COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE ET UNIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1900.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1900

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUILLET 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** adresse les félicitations de l'Académie à M. Berthelot, élu récemment Membre de l'Académie française en remplacement de M. *Joseph Bertrand*.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Giard*, pour remplir dans la Section d'Anatomie et Zoologie la place laissée vacante par le décès de M. *Milne-Edwards*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Giard** prend place parmi ses Confrères.

Communication de M. **Darboux**, *relative à l'Association internationale des Académies.*

« L'Académie se rappelle qu'à la suite de la mission qu'elle nous avait confiée, à M. Moissan et à moi, elle a donné son adhésion au « Projet de » Statuts pour l'Association internationale des Académies » élaboré par les délégués des neuf Académies représentées à la Conférence qui s'est tenue à Wiesbaden au commencement du mois d'octobre dernier, sur l'invitation de l'Académie de Berlin.

» L'Association internationale est maintenant constituée; les membres de cette Association sont les 18 Académies suivantes :

1. Académie Royale des Sciences	Amsterdam.
2. Académie Royale des Sciences de Prusse	Berlin.
3. Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique	Bruxelles.
4. Académie hongroise des Sciences	Budapesth.
5. Académie des Sciences	Christiania.
6. Société Royale des Sciences	Göttingue.
7. Académie Royale des Sciences de Danemark	Copenhague.
8. Société Royale des Sciences de Saxe	Leipzig.
9. Société Royale	Londres.
10. Académie Royale des Sciences de Bavière	Munich.
11. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres	Paris.
12. Académie des Sciences	Paris.
13. Académie des Sciences morales et politiques	Paris.
14. Académie Impériale des Sciences	Saint-Pétersbourg.
15. Académie Royale des Lincei	Rome.
16. Académie Royale des Sciences de Suède	Stockholm.
17. Académie Nationale des Sciences	Washington.
18. Académie Impériale des Sciences	Vienne.

» Parmi les Académies invitées à donner leur adhésion, une seule, l'Académie Royale d'Histoire de Madrid, n'a pas encore répondu à l'appel de la Conférence de Wiesbaden.

» Le projet de Statuts prévoit d'ailleurs l'accession de nouvelles Sociétés savantes, et il indique au § 2 les conditions et les formalités qui seront nécessaires pour l'admission d'une nouvelle Académie.

» L'Association comprend deux Sections : la Section des Lettres et la Section des Sciences.

» Ses organes sont :

» L'Assemblée générale,

» Le Comité.

» En principe, l'Assemblée générale se tient tous les trois ans et chaque Académie y envoie autant de délégués qu'elle le juge nécessaire; mais chaque Académie ne dispose que d'un vote, qui doit être émis par un des membres de sa délégation.

» Dans l'intervalle entre deux Assemblées générales, l'Association est représentée par le Comité; chaque Académie y envoie un seul de ses membres si elle participe aux travaux d'une seule des deux Sections des Lettres et des Sciences; elle envoie deux délégués lorsqu'elle fait partie des deux Sections.

» Parmi les dix-huit Académies, douze appartiennent à la fois aux deux Sections et enverront, par suite, deux délégués au Comité.

» Des six autres, quatre, à savoir :

» La Société Royale de Londres,

» L'Académie des Sciences de Paris,

» L'Académie de Stockholm,

» L'Académie Nationale de Washington,

appartiennent à la seule Section des Sciences; deux :

» L'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres,

» L'Académie des Sciences morales et politiques,

appartiennent à la Section des Lettres.

» Par conséquent, le Comité se composera en séance plénière de 30 délégués.

» La Section des Sciences comprendra 16 d'entre eux.

» La Section des Lettres comprendra les 14 autres.

» En séance plénière du Comité, les deux délégués d'une Académie ne disposeront que d'un suffrage.

» Après des retards inévitables en pareille matière, toutes les Académies, sauf deux ou trois, ont fait connaître les noms de leurs délégués.

» La présidence du Comité de l'Association appartient, en principe, au délégué de l'Académie dite *principale* (*Vorort*). L'Académie principale est celle du lieu dans lequel doit se réunir la prochaine Assemblée générale.

» La Conférence de Wiesbaden ayant décidé, dans un sentiment dont

nous ne pouvons que lui être reconnaissants, que la première Assemblée générale de l'Association internationale se tiendrait à Paris en 1900, il se présentait une difficulté que les Statuts n'avaient pas prévue. Trois Académies siégeant à Paris faisaient partie de l'Association. Il fallait décider à laquelle appartiendrait pour cette fois la direction. Les délégués des trois Académies de l'Institut de France se sont réunis et, d'un commun accord, ils ont décidé de confier cette année la présidence de l'Association à l'Académie des Sciences qui, la première, a donné son adhésion et qui d'ailleurs a été activement mêlée aux pourparlers à la suite desquels l'Association a été constituée.

» Ils ont décidé, de plus, que la première Session du Comité se tiendrait à Paris, vers la fin de juillet, la première Séance étant fixée au mardi 31 juillet, à $9^h 30$ du matin, au Palais de l'Institut.

» L'ordre du jour de cette première Session comprendra la préparation d'un projet de Règlement pour le Comité, la fixation de la date précise et de l'ordre du jour de la prochaine Assemblée générale. Déjà la Société Royale de Londres, qui a joué un rôle si actif dans la formation de l'Association, nous a signalé un projet qu'elle se propose de soumettre à l'approbation de cette prochaine Assemblée générale : il s'agit de la mesure d'un arc étendu de méridien dans l'intérieur de l'Afrique.

» L'Académie, en donnant son adhésion, a pris connaissance des Statuts de la nouvelle Association. Je n'ai pas besoin de rappeler avec quelle prudence et quelle sagesse ils ont été préparés.

» Le but de l'Association est de préparer, de promouvoir les travaux scientifiques d'intérêt général qui seront proposés par une des Académies constituantes et, d'une manière générale, de faciliter les rapports scientifiques entre les différents pays.

» Dans chaque cas particulier, chaque Académie se réserve le droit de prêter ou de refuser son concours, ainsi que le choix des voies à prendre ou des moyens à employer.

» Si ces principes sont suivis, comme tout nous permet de l'espérer, l'Association deviendra un puissant instrument d'étude, de concorde et de progrès scientifique; elle se placera rapidement au premier rang de ces Associations scientifiques internationales dont le rôle ne peut être que bienfaisant.

» Fidèles aux principes qu'elles ont toujours suivis, les trois Académies de l'Institut de France que la nature de leurs études appelait dans l'Asso-

ciation s'efforceront de lui assurer le succès et l'influence qu'ont rêvés pour elle ses promoteurs.

» En terminant, j'appellerai l'attention sur une disposition particulière des Statuts qui intéressera, j'en suis sûr, quelques-uns de nos Confrères.

» Pour la prise en considération, l'étude ou la préparation d'entreprises et de recherches scientifiques d'intérêt international, des Commissions internationales spéciales peuvent, sur la proposition d'une ou de plusieurs des Académies associées, être instituées, soit par l'Assemblée générale ou une de ses deux Sections, soit, dans l'intervalle entre deux Assemblées générales, par le Comité ou l'une de ses deux Sections. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Échauffement permanent mais inégal, par rayonnement, d'un mur d'épaisseur indéfinie, ramené au cas d'un échauffement analogue par contact.* Note de M. J. **Boussinesq.**

« I. Je donnerai maintenant deux exemples d'échauffement *permanent*, où le cas du rayonnement se ramène de même au cas du contact ([1]).

» Le plus simple sera encore relatif à notre mur, d'épaisseur ou profondeur indéfinie, sous sa face $x = 0$ illimitée en longueur et largeur. Mais la température extérieure u_e y sera supposée très variable avec les coordonnées y, z parallèles à cette face; et, par suite, la température interne u dépendra de y, z et x. Il s'agira, par exemple, d'évaluer les températures partielles u acquises à la longue par la croûte terrestre, sous l'action solaire considérée dans sa partie permanente, en admettant que cette action soit modifiée (comme elle paraît l'être, en effet, souvent) par diverses conditions atmosphériques, au point de présenter de sensibles inégalités locales.

» II. Imaginons d'abord qu'il existe, devant ou sur la face $x = 0$, un nombre limité de sources extérieures rayonnantes produisant, au-dessus des points $(0, y, z)$ du sol, des températures, $u_e = f(y, z)$ arbitrairement données, mais cependant nulles en dehors d'une région assignée σ du plan des yz, vers le milieu de laquelle nous aurons pris l'origine des coordonnées. Les points du sol ou du mur infiniment éloignés de cette région se trouveront donc à la température uniforme choisie pour zéro; et les

([1]) Voir les précédents *Comptes rendus*, p. 1579, 1652 et 1731.

équations du problème seront évidemment

(1) (pour $x > 0$) $\Delta_2 u = 0$,

(2) (pour $x = 0$) $u - \frac{1}{h}\frac{du}{dx} = u_e = f(y, z)$,

(3) (pour $\sqrt{x^2+y^2+z^2}$ infini) $u = 0$,

la fonction arbitraire $f(y, z)$ étant d'ailleurs, par hypothèse, nulle hors de la région limitée σ du plan des yz.

» III. Le cas de l'échauffement permanent par contact serait celui où, h étant infini, u se confondrait, à la surface, avec u_e. L'idée vient alors immédiatement de satisfaire aux relations (1) et (3) au moyen du potentiel newtonien d'une mince couche matérielle m, que l'on se représenterait étalée sur la région σ de la surface. En appelant $\rho(b, c)$ la densité, par unité d'aire, de cette couche fictive, au point de σ qui a les coordonnées $x = 0$, $y = b$, $z = c$, et $r = \sqrt{x^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2}$ la distance du point intérieur quelconque (x, y, z) du mur au point $(0, b, c)$ de la superficie, ou à l'élément dm de la couche fictive qui couvre l'élément $d\sigma$ de surface comprenant ce même point $(0, b, c)$, le potentiel dont il s'agit, à paramètre Δ_2 nul hors de la couche ou, en particulier, dans tout l'intérieur du mur, sera

$$\int \frac{dm}{r} = \int_\sigma \frac{\rho(b, c)\, d\sigma}{r} = \int_\sigma \frac{\rho(b, c)\, d\sigma}{\sqrt{x^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2}}.$$

Et il est évident, la masse $\int dm$ se trouvant localisée sur la région σ, qu'il satisfera aussi à la condition (3). Il ne lui resterait donc, pour convenir au problème dans le cas du contact, qu'à vérifier la condition (2) prise avec h infini, ou à égaler $f(y, z)$ à la limite $x = 0$. Or, pour $x = 0$, le potentiel n'a pas des rapports simples avec la fonction ρ qui sert à le former. Mais on sait [1] que sa dérivée en x, $\frac{d}{dx}\int \frac{dm}{r}$, en a, au contraire, et se réduit à $-2\pi\rho(y, z)$ quand l'abcisse positive x tend vers zéro. De plus, cette dérivée en x du potentiel vérifie évidemment, tout comme le potentiel lui-même, l'équation linéaire (1) à coefficients constants, et la condition (3).

---

[1] Voir, par exemple, mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (*Calcul intégral, Compléments*, p. 224*).

Si donc on essaie de l'adopter pour u, sa valeur devenant $-2\pi\rho(y, z)$ sur la face $x = 0$, cette dérivée transformera l'équation (2), prise avec h infini, en celle-ci,

$$-2\pi\rho(y, z) = f(y, z),$$

qui se trouvera dès lors satisfaite si l'on attribue, à la densité, *disponible*, $\rho(y, z)$ de la couche, la formule $-\frac{f(y, z)}{2\pi}$.

» Ainsi, l'on aura, comme solution du cas de l'échauffement permanent par contact,

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} u &= -\frac{1}{2\pi}\frac{d}{dx}\int_\sigma \frac{f(b, c)\,d\sigma}{r} \\ &= \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{f(b, c)\,x\,d\sigma}{r^3} = \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{f(b, c)\,x\,d\sigma}{[x^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2]^{\frac{3}{2}}}. \end{aligned}\right.$$

» IV. Cela posé, il est évident que notre fonction auxiliaire $\varphi = u - \frac{1}{h}\frac{du}{dx}$ vérifie précisément, quand l'échauffement se fait par rayonnement, les équations mêmes qui déterminent u quand il se fait par contact. Nous aurons donc

$$(5)\quad \varphi(x, y, z) = \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{f(b, c)\,x\,d\sigma}{[x^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2]^{\frac{3}{2}}}.$$

» Il ne reste plus qu'à intégrer l'équation, simplement différentielle en x, reliant u à φ, laquelle est encore celle des problèmes précédents, avec la même condition accessoire $u = \varphi = \text{const.}$ (pour $x = \infty$). Par suite, l'expression de u en fonction de φ continue à être

$$h\int_0^\infty \varphi(x + \zeta, y, z)e^{-h\zeta}d\zeta,$$

sauf la présence des variables y, z au lieu de t. Et, vu l'expression actuelle (5) de φ, l'on aura

$$(6)\quad u = \frac{h}{2\pi}\int_0^\infty e^{-h\zeta}d\zeta\int_\sigma \frac{f(b, c)(x + \zeta)\,d\sigma}{[(x + \zeta)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2]^{\frac{3}{2}}}.$$

» V. Imaginons maintenant que la région σ exposée au rayonnement des sources de chaleur (ou de froid) s'étende de plus en plus dans les deux

sens de la longueur et de la largeur, mais en affectant, sur toute aire suffisamment grande, une température extérieure moyenne nulle, c'est-à-dire égale à une température générale uniforme, prise pour zéro, que l'on veut faire acquérir à tous les points intérieurs très éloignés.

» Alors, aux grandes distances x de la surface, φ et, par suite, u continueront à tendre vers zéro, malgré l'accroissement indéfini de l'étendue et du nombre des sources.

» On le reconnaît, en démontrant d'abord que le second membre de (5) n'excède jamais la plus forte valeur absolue donnée, que j'appellerai M, de la fonction $f(y, z)$, même quand on y prend *positivement* tous les éléments de l'intégrale définie $\int_\sigma$. En effet, ce second membre est alors inférieur à l'expression $\frac{Mx}{2\pi}\int_\sigma \frac{d\sigma}{r^3}$. Or menons, du point (x, y, z), la perpendiculaire x au plan des yz, et, autour de son pied comme centre, traçons dans ce plan des couronnes élémentaires $2\pi R\,dR = 2\pi r\,dr$, d'un rayon intérieur R allant graduellement depuis zéro jusqu'à l'infini. L'expression ci-dessus, où r croîtra de x à l'infini, deviendra $Mx\int_x^\infty \frac{dr}{r^2} = M$. Ainsi, les valeurs (5) de φ ne peuvent pas excéder la limite finie M, même quand on prend tous les éléments avec le même signe.

» Cela posé, si la distance, x, du point considéré (x, y, z) à la couche, est beaucoup plus grande que les dimensions de chacune des parties de celle-ci où la densité moyenne s'annule, on n'altérera que d'une très petite fraction de leurs valeurs la distance r relative à chaque élément dm de masse et aussi, par suite, l'élément d'intégrale qui s'y rapporte dans (5), en déplaçant à volonté dm dans l'étendue (de dimensions restreintes) dont il s'agit, notamment en y répartissant uniformément les masses positives et les masses négatives, de manière à y rendre la densité effective égale à la densité moyenne zéro. Alors, sans changer dans un rapport appréciable chacune des deux sommes partielles des éléments positifs et des éléments négatifs, ni, par suite, leur total arithmétique inférieur à M, on aura évidemment réduit à zéro leur total algébrique, ou à l'unité le rapport de leurs deux valeurs absolues. C'est dire que, avant leurs légères altérations relatives, les deux sommes partielles avaient leur rapport absolu très voisin de l'unité, et, par suite, leur total algébrique égal à une fraction évanouissante de leur total arithmétique, inférieur à M.

» Donc $\varphi(x, y, z)$ tend vers zéro quand x grandit; et il en est de même, à plus forte raison, de u, que sa formule $\int_0^\infty e^{-h\zeta}\varphi(x+\zeta, y, z)\,h\,d\zeta$ fait évidemment inférieur à $\varphi(x, y, z)\int_0^\infty e^{-h\zeta}h\,d\zeta = \varphi(x, y, z)$.

» Ainsi, les inégalités locales d'échauffement de l'espace extérieur et, par suite, de la face $x=0$ du mur ou de la croûte terrestre considérée, s'atténueront dans l'intérieur, jusqu'à devenir insensibles aux profondeurs x assez grandes par rapport aux dimensions des espaces qui sont, sur la surface, les sièges de ces inégalités.

» La formule (6) est due à Poisson; il l'a obtenue comme cas limite de la solution analogue concernant la sphère et à laquelle il nous reste à appliquer notre méthode de réduction. »

CHIMIE. — *Gaz combustibles de l'air : air des bois; air des hautes montagnes;* par M. **Armand Gautier**.

« La combustion totale, sur une colonne indéfinie d'oxyde de cuivre au rouge [1], des gaz oxydables qu'on rencontre dans l'air des villes populeuses comme Paris, nous a conduit aux poids moyens : *carbone*, $12^{mgr},2$; *hydrogène*, $4^{mgr},31$ pour 100 litres d'air calculé sec à 0° et 760^{mm}. Le rapport pondéral $\frac{C}{H}$ de ces quantités, $\frac{12,2}{4,31} = 2,9$, se confond presque avec le rapport théorique 3 qui caractérise le gaz des marais. Mais j'ai établi, par expérience directe, qu'en réalité la combustion du méthane, quand on le dilue de grands volumes de gaz inertes ou d'air décarburé, donne toujours, même pour des dilutions pouvant varier dans de larges limites (de $\frac{1}{4000}$ à $\frac{1}{15000}$) le rapport $\frac{C}{H} = 2,4$. Il faut donc, pour que le rapport moyen du carbone à l'hydrogène combustible de l'air des villes atteigne 3, que cet air, au centre des cités industrielles et populeuses, contienne des hydrocarbures plus riches en carbone que CH^4 [2], et par conséquent aussi que

---

(1) J'ai montré que 70^{cm} à 80^{cm} de CuO au rouge naissant suffisent pratiquement.

(2) Ainsi que je l'ai déjà établi, les traces de CO, d'alcool, etc., de l'air des villes n'élèvent pas sensiblement le poids du carbone combustible et, vu leur très faible masse, n'influent pas sur le rapport $\frac{C}{H} = 3$ qui résulte de l'ensemble de mes déterminations (Voir mes dosages de CO en *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1303).

de l'hydrogène libre vienne rétablir le rapport moyen $\frac{C}{H} = 3$ donné par l'expérience.

» Ces hydrocarbures de l'air des villes proviennent-ils du sol où fermentent sans cesse des détritus organiques? Viennent-ils des fumées et autres produits gazeux industriels? Ont-ils en partie pour origine le fonctionnement des multitudes d'hommes et d'animaux rassemblés sur un même point? S'il en est ainsi, les gaz combustibles d'origine urbaine venant à disparaître, l'hydrogène et le carbone devraient diminuer ou disparaître simultanément (1), et si l'air atmosphérique contient normalement un peu de gaz des marais, à la campagne le rapport $\frac{C}{H}$ doit se rapprocher du rapport expérimental 2,4, et tomber même au-dessous si ce gaz est mélangé, dans l'air pur, d'hydrogène libre. Il était donc possible d'examiner chacune de ces hypothèses en constatant ce que devient ce rapport $\frac{C}{H}$ pour l'air réputé le plus possible exempt de toute souillure.

» *Air des bois.* — Pour ces nouvelles recherches j'ai choisi d'abord l'air des bois; celui de la campagne, avec les cultures, les fumures, les remuements du sol, les fermes, leurs fumées et leurs habitants ne m'a pas paru offrir des garanties suffisantes de pureté. Les bois, en juillet, alors qu'en pleine végétation ils contribuent à purifier et oxygéner l'air, au moment où les détritus foliacés de l'année précédente ont séché ou disparu, m'ont semblé offrir les bonnes conditions, que je cherchais, d'isolement et de pureté de l'air.

» J'ai installé mes appareils au milieu des bois de chênes, pins et bouleaux de Lainville (Seine-et-Oise), à 70^{km} de Paris, à une altitude de 187^{m}, dans une maisonnette inhabitée au centre d'une clairière. La prise d'air se faisait à 20 mètres de la maison et à $1^{m},80$ au-dessus du sol, dans un petit verger abandonné. Je veillai, durant le temps que durèrent ces expériences, à ce qu'aucun foyer de fumée ne se produisît aux environs. La partie de mes appareils destinée à doser l'oxyde de carbone était supprimée. Le tube à CuO était chauffé sur $0^{m},30$ de longueur par une rampe de becs Primus (2). L'air filtré sur coton de verre était aspiré et mesuré dans un grand gazomètre gradué à écoulement d'eau. Les expériences

---

(1) On sait qu'il n'est question ici que des gaz combustibles neutres et non de ceux qui tels que H^2S sont arrêtés, dans mes appareils, par les laveurs alcalins.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 632.

furent menées comme à Paris. Elles durèrent chacune environ un jour et une nuit. Les résultats en sont consignés au Tableau suivant :

Quantités de carbone et d'hydrogène combustibles contenues dans l'air des bois.

Dates.	État du temps.	Volume de l'air calculé sec à 0° et 760mm.	H^2O formée exprimée en milligr.	CO^2 formé exprimé en milligr.	H (en mgr.) calculé pour 100 litres d'air à 0° et 760mm.	C (en mgr.) calculé pour 100 litres d'air à 0° et 760mm.	$\frac{C}{H}$ en poids.
27 et 28 juillet 1898.	Temps couvert. Orageux. Vent N.-O.	lit 44,3	mgr 7,2	mgr 5,1	mgr 1,8	mgr 3,16	1,79
28 et 29 juillet 1898.	Temps couvert. Pluie légère. Vent O. puis N.	107,7	15,9	13,1	1,63	3,34	2,07
29 et 30 juillet 1898.	Temps couvert. Pluie la nuit. Vent N.-NO. puis N.	128,34	13,9	17,1	1,20	3,70	3,10

Moyenne pour 100 litres d'air sec à 0° et 760mm (Colonne de 0m,30 de CuO) :

$$H = 1^{mgr},54, \qquad C = 3^{mgr},4.$$

$$\text{Rapport en poids : } \frac{C}{H} = \frac{3,4}{1,54} = 2,2.$$

» Le rapport $\frac{C}{H}$ qui, dans ces conditions, est 3,5 pour l'air de Paris [1] tombe à 2,2 dans l'air des bois.

» On remarquera que ce rapport $\frac{C}{H}$ n'a pas diminué par suite de l'augmentation de H dont la quantité moyenne s'est abaissée, au contraire, à $1^{mgr},54$ pour 100 litres d'air pris dans les bois au lieu de $1^{mgr},95$ pour le même volume d'air de Paris. Le rapport $\frac{C}{H}$ a diminué parce que le carbone combustible, qui était de $6^{mgr},80$ par 100 litres à Paris, est tombé à $3^{mgr},4$

---

(1) Il est de 3,5 quand on opère, comme ici, avec une seule colonne de 0m,30 de CuO au rouge; mais pour une colonne indéfinie de CuO, ce rapport devient 2,9 pour Paris et 1,80 pour l'air des bois.

dans l'air des bois. Dans celui-ci, l'hydrogène et le carbone ont diminué, mais le dernier bien plus que le premier. Il existe donc notoirement des hydrocarbures dans l'air des bois, mais le rapport pondéral trouvé pour cet air $\frac{C}{H} = 2,2$ (1,8 quand on opère avec une colonne de CuO indéfinie), inférieur au rapport 2,4 qu'a donné l'expérience directe pour le gaz des marais, dilué à $\frac{15}{1000000}$, indique que les hydrocarbures en question, tout en se rapprochant singulièrement du méthane, sont notoirement mélangés d'hydrogène. On remarquera, en effet, que le gaz méthane CH^4 est le plus riche des hydrocarbures en hydrogène, et que l'on a trouvé dans les produits de la combustion de l'air des bois bien plus d'hydrogène qu'il n'en faut pour constituer le gaz CH^4.

» *Air des hautes montagnes.* — Tout en étant beaucoup plus pur que l'air des villes, l'air des bois contient donc des hydrocarbures et de l'hydrogène. Ces principes sont-ils des constituants *necessaires* de l'atmosphère, ou bien disparaissent-ils, ensemble ou séparément, dans un air plus pur encore?

» Boussingault a noté des traces de gaz des marais dans les produits de la respiration végétale: Maquenne y a signalé un peu d'alcool méthylique; Polacci a même cru y trouver de l'hydrogène en faible proportion, ce que mes expériences ci-dessus ne confirment pas. Le sol des bois, même l'été, peut aussi influer par ses émanations sur l'air recueilli près de sa surface. J'ai donc essayé de me mettre à l'abri de toutes ces influences, en transportant mes appareils sur les hautes montagnes, dans des contrées entièrement rocheuses, presque dénuées de végétaux et loin de toute habitation humaine.

» J'ai choisi le mont Canigou, dans les Pyrénées. Sa masse, détachée de l'ensemble de la chaîne, s'élève à 2785^m. Ses vallées ont été, en grande partie, déboisées pour l'exploitation minière; au-dessus de 2000^m, on ne trouve que quelques rares pins rabougris. Je me suis établi au pied de la cheminée du pic, à une altitude de 2400^m, sur une esplanade entièrement rocheuse, battue par les vents, dite *Haut du Pla de Cadi.* — Notre appareil fut monté, le 6 août 1898, dans une mauvaise cabane de pierre, alors remplie de neige, autrefois construite pour les officiers espagnols de la Carte d'État-Major, non loin du sommet du pic où, en 1842, Laugier, Petit, Mauvais et Arago firent leurs observations magnétiques. Je m'étais arrangé pour éloigner tout être vivant autre que mon préparateur et un guide.

» La prise d'air fut établie au milieu d'un grand névé, à 30^m de la

cabane et à 2^m au-dessus du sol. L'air filtré sur coton de verre arrivait à mes appareils par le tube d'étain qui avait servi à mes expériences antérieures. Le temps resta généralement beau; le vent, presque toujours ouest ou sud-ouest, nous apportait l'air qui avait passé sur les arêtes rocheuses et dénudées de l'ensemble de la chaîne.

» Le Tableau qui suit donne les résultats obtenus dans trois expériences ayant duré chacune vingt-quatre heures environ, et veillées jour et nuit.

Quantités d'hydrogène et de carbone combustibles contenues dans l'air de la haute montagne.

Dates.	État du temps.	Volume de l'air circulant calculé sec à 0° et 760mm.	H^2O formée comptée en milligr.	CO^2 formé compté en milligr.	H (en mgr.) pour 100 litres d'air à 0° et 760mm.	C (en mgr.) pour 100 litres d'air à 0° et 760mm.	$\frac{C}{H}$ en poids.
6 au 7 août 1898.	Très beau temps. Vent faible S-SO. $t = 11°,7$; $8°,5$; $10°,8$. H = 588mm et 573mm.	lit 89,3	mgr 15,9	mgr 2,0	mgr 1,98	mgr 0,61	0,31
7 au 8 août.	Beau temps. Vent O-NO. $t = 19°,6$ à $12°,7$. H = 583mm et 581mm.	82,8	15,7	2,6	2,10	0,85	0,40
8 au 9 août.	Beau temps le matin, puis pluie froide et brouillard. Vent O-SO et SO. $t = 17°,5$ et $0°$. H = 578mm et 584mm.	73,9	12,2	1,40	1,83	0,53	0,29

Moyenne (pour une colonne de $0^m,30$ CuO) par 100^{lit} d'air à 0° et 760^{mm} :

$$H = 1^{mgr},97, \qquad C = 0^{mgr},66.$$

$$\text{Rapport} : \frac{C}{H} = 0,33.$$

» Ainsi le rapport en poids $\frac{C}{H}$, du carbone à l'hydrogène combustible, qui était de 3,49 dans l'air de Paris, de 2,2 dans l'air des bois, tombe ici à 0,33, c'est-à-dire qu'à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, et qu'on se met ainsi à l'abri des souillures artificielles de l'industrie humaine et de la vie animale, aussi bien que des émanations originaires de l'humus ou des végétaux, les hydrocarbures de l'air tendent à disparaître. Si, étant donnée la production continue de méthane dans les fermentations vaseuses

du sol, et le rapport que nous avons trouvé pour l'air des villes $\frac{C}{H} = 3$, caractérisant théoriquement le gaz des marais, nous partons de l'hypothèse très plausible que la majeure partie des hydrocarbures introduits pour ainsi dire artificiellement dans l'air ordinaire, par le sol, les plantes et les animaux, est constituée par ce gaz, on peut, d'après le carbone recueilli dans nos expériences, calculer les quantités qui en seraient contenues dans les différents airs. On trouverait ainsi que celui de Paris contient $22^{cc},6$ de méthane; celui des bois $11^{cc},3$; celui des hautes montagnes $2^{cc},19$ par 100 litres calculés à $0°$ et 760^{mm} (¹).

» $2^{cc},19$ de gaz des marais contiennent $0^{mgr},394$ d'hydrogène, et comme le gaz méthane est l'hydrocarbure le plus riche en hydrogène, il s'ensuit que dans l'air des montagnes, il existe au plus $0^{mgr},394$ d'hydrogène par 100 litres provenant des hydrocarbures. Or, nous y avons trouvé $1^{mgr},97$ d'hydrogène total combustible. La différence, soit $1^{mgr},546$, ne peut donc être que de l'hydrogène libre. Elle répond à $17^{cc},3$ d'hydrogène pour 100^{lit} d'air (²).

» Il résulte de ces expériences que l'air des hautes régions, recueilli dans les contrées le plus possible dénuées d'animaux, de plantes et d'humus, est presque entièrement privé d'hydrocarbures, mais contient bien près de 2 dix-millièmes de son volume d'hydrogène libre. Toutefois, même à ces altitudes il existe encore quelques maigres végétaux herbacés, et le sol, quoique presque entièrement rocheux, n'est pas exempt de toute fermentation. Bien qu'en grande partie venu des hautes régions de l'atmosphère, l'air en glissant à la surface des crêtes montagneuses a pu recevoir par ses couches inférieures une partie des émanations des régions sous-jacentes riches en plantes et en animaux. Quelque minime que soit, pour l'air des grandes altitudes, cette influence que démontrent les dosages croissants de carbone de l'air de la montagne à celui de la forêt et des villes, j'ai tenté de m'en mettre à l'abri. Les résultats que je dois faire connaître à l'Académie sont relatifs à l'air de la mer; ils viendront pleinement confirmer et préciser les conclusions du présent Mémoire. »

(¹) En calculant la combustion de l'air sur une colonne de CuO indéfinie.

(²) $17^{cc},3 \times \frac{10}{7} = 24^{cc},6$ si l'on calculait les résultats de la combustion pour une colonne de CuO indéfinie, mais ce dernier nombre est notoirement un peu élevé parce qu'il comprend une partie de l'hydrogène des hydrocarbures dont le carbone échappe à la combustion. Nous verrons que la vraie valeur de H libre de l'air est, en effet, comprise entre ces deux chiffres.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'éther αα-diméthyl-γ-cyanotricarbally-lique et de l'acide αα-diméthyltricarballylique.* Note de MM. **A. Haller** et **G. Blanc.**

« L'acide αα-diméthyltricarballylique $C^8H^{12}O^6$ est un des nombreux produits de dégradation qu'on obtient en oxydant quelques dérivés terpéniques, en particulier ceux qui se rattachent au pinène et au camphène. Son étude présente donc une certaine importance au point de vue de la détermination des formules de constitution dans cette série.

» Tiemann et Semmler (¹) ont été les premiers à obtenir cet acide en soumettant l'acide pinonique $C^{10}H^{16}O^3$, qui lui-même est un produit d'oxydation du pinène, à l'action d'une solution alcaline de permanganate de potasse. Dans cette réaction il se forme en même temps de l'acide isocamphoranique $C^9H^{12}O^6$ et de l'acide oxytriméthylsuccinique $C^7H^{12}O^5$.

» M. Bæyer (²) obtint, un peu plus tard, le même acide en oxydant l'acide cétoisocamphoronique $C^9H^{12}O^7$ au moyen de l'acide acétique et du peroxyde de plomb.

» Alors que Tiemann et Semmler se sont bornés à admettre pour leur dérivé la formule d'un acide αα-diméthyltricarballylique, M. Bæyer a justifié cette manière de voir en bromant son acide, le transformant ensuite en un acide lactonique et soumettant ce dernier à l'action de la potasse fondante. Il démontra que, dans ces conditions, l'acide $C^8H^{12}O^6$ se scinde nettement en acides oxalique et diméthylsuccinique asymétrique.

$$
\begin{array}{ccccccc}
 & & & & CO^2H & & \\
 & & & & | & & \\
CO^2H & - & C & - & CH & - & CH^2.COOH, \\
 & \diagup & & \diagdown & & & \\
CH^3 & & & & CH^3 & &
\end{array}
\qquad
\begin{array}{ccccccc}
 & & & & CO^2H & & \\
 & & & & | & & \\
CO^2H & - & C & - & CH & - & CHBr.COOH, \\
 & \diagup & & \diagdown & & & \\
CH^3 & & & & CH^3 & &
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{ccccccccc}
 & & & & CO^2H & & & & \\
 & & & & | & & & & \\
CO & - & C & - & CH & - & CH & - & CO^2H, \\
| & \diagup & & \diagdown & & & | & & \\
| \; CH^3 & & & & CH^3 & & | & & \\
\lfloor & - & - & - & - & - & O & &
\end{array}
\qquad
\begin{array}{ccc}
CO^2H & & CO^2H \\
| & & | \\
C & - & CH^2, \\
\diagup \quad \diagdown & & \\
CH^3 \quad CH^3 & &
\end{array}
\qquad
\begin{array}{c}
COOH. \\
| \\
COOH
\end{array}
$$

(¹) *Deut. Chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 1344.

(²) *Ibid.*, t. XXIX, p. 2775.

» Enfin M. Jægelki ([1]) a également isolé l'acide αα-diméthyltricarballylique des produits d'oxydation de l'acide camphocéénique obtenu en partant du camphène.

» Bien que la démonstration donnée par M. Bæyer présente un grand caractère de certitude, nous avons néanmoins cru qu'il serait intéressant d'étayer la constitution de la molécule diméthyltricarballylique par une synthèse directe.

» Nous nous sommes adressés dans ce but à l'éther cyanosuccinique que l'un de nous avait jadis préparé, en collaboration avec M. Barthe, en faisant agir de l'éther monochloracétique sur l'éther cyanacétique sodé. Comme nous l'avons montré à cette époque, ce composé cyanosuccinique se prête facilement aux synthèses quand on traite son dérivé sodé par les iodures alcooliques ou les éthers des acides gras halogénés. C'est ainsi que nous avons préparé en commun ([2]) l'éther β-cyanotricarballylique, et que M. Barthe ([3]) a fait la synthèse de l'éther α-méthyl-β-cyanotricarballylique.

» *αα-diméthyl-β-cyanotricarballylate d'éthyle:* $C^{15}H^{23}AzO^6$. — On chauffe au réfrigérant ascendant une molécule d'éther cyanosuccinique additionnée d'éthylate de sodium avec une molécule d'éther α-bromoisobutyrique et de l'alcool absolu. Quand le produit de la réaction est neutre au tournesol, on chasse l'alcool, on étend d'eau et l'on dessèche l'huile, qui se sépare sur du chlorure de calcium. Ce produit, rectifié, constitue un liquide incolore, un peu épais, d'une faible odeur alliacée et bouillant à 205°-206° sous une pression de 21^{mm}; l'analyse fournit des nombres s'accordant avec la formule $C^{15}H^{23}AzO^6$. Cet éther est isomère avec celui obtenu par M. Barthe ([3]), en traitant l'éther propénylcyanodicarbonique sodé par de l'α-bromopropionate d'éthyle

$$\begin{array}{l} (CH^3)^2 - C - CO^2C^2H^5 \\ \quad CAzC - CO^2C^2H^5 \\ \qquad CH^2.CO^2C^2H^5 \end{array} \qquad \begin{array}{l} CH^3.CH.CO^2C^2H^5 \\ CAzC\ .CO^2C^2H^5 \\ CH^3.CH - CO^2C^2H^5 \end{array}$$

αα-diméthyl-β-cyanotricarballylate d'éthyle. — αγ-diméthyl-β-cyanotricarballylate d'éthyle.

([1]) *Deut. Chem, Ges.*, t. XXXII, p. 1509; voir aussi E. Blaise et G. Blanc, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIII, p. 164.

([2]) A. Haller et L. Barthe, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1413.

([3]) Barthe, *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, p. 37 et 39; 1891.

» *Acide αα-diméthyltricarballylique* $(CH^3)^2.\underset{|}{C}(CO^2H) - \underset{|}{CH}(CO^2H) - \underset{|}{CH^2}(CO^2H)$. — Cet acide s'obtient par saponification directe de l'éther dont nous venons de donner la description. L'éther est additionné de trois fois son poids d'acide chlorhydrique à 10 pour 100, et le mélange porté à l'ébullition pendant trente heures. Au bout de ce temps, il ne reste plus qu'une solution limpide qui est évaporée à sec. On épuise le résidu avec de l'éther, qui laisse du chlorhydrate d'ammoniaque insoluble, et, après évaporation du solvant, on obtient une masse visqueuse confusément cristalline qu'on purifie par une série de cristallisations fractionnées dans l'eau. On sépare ainsi deux produits, l'un correspondant à un acide $C^8H^{12}O^6$, l'autre également acide et répondant à la formule $C^8H^{11}AzO^2$.

» Le corps $C^8H^{12}O^6$ n'est autre chose que l'*acide diméthyltricarballylique*. Il se présente en petits cristaux extrêmement solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, moins solubles dans le chloroforme, et fondant à 155° (Tiemann et Semmler donnent 147° comme point de fusion de leur acide, M. Bæyer 156°-157°, et M. Jægelki 157°-158°). Il fournit, avec la solution d'acétate de cuivre à l'ébullition, un précipité bleu clair qui se redissout par le refroidissement.

» *Acide* $C^8H^{11}AzO^2$. — Ce composé n'est autre chose que l'imide de l'acide αα-diméthyltricarballylique, formée aux dépens de l'amide qui prend naissance par hydratation de la fonction nitrile de la molécule cyanée. Il possède sans aucun doute la formule de constitution suivante :

$$\begin{array}{l} CH^3\ \ CH^3 \\ \quad \diagdown\ \diagup \\ \quad C - CO\diagdown \\ \quad | \qquad\qquad\ AzH \\ \quad CH - CO\diagup \\ \quad | \\ \quad CH^2COOH \end{array}$$

» Il forme de beaux prismes transparents fusibles à 182°-183°, peu solubles dans l'eau froide, aisément solubles dans l'eau chaude. Un titrage alcalimétrique prouve que cet acide est monobasique. La potasse aqueuse le dédouble facilement, à chaud, en ammoniaque et diméthyltricarballylate de potasse, duquel on peut extraire l'acide lui-même dans un grand état de pureté; il fond alors à 157°-158°, comme l'acide de M. Jægelki. »

M. **Émile Picard** fait hommage à l'Académie des Conférences qu'il a faites l'année dernière en Amérique (Clark University, Worcester) sur le développement depuis un siècle de quelques théories fondamentales dans l'Analyse mathématique.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, conformément au Décret du 24 juin 1899.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 35,

M. Zambaco obtient	. . . .	31 suffrages
M. Czerny »	. . . .	4 »

M. **Zambaco**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Lamarre-Olivier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur les périodes géologiques ».

(Commissaires : MM. Fouqué, de Lapparent.)

CORRESPONDANCE.

M. **Bazin**, élu Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Charles Strauss* ayant pour titre : « La Maison nationale de Charenton ».

ASTRONOMIE. — *Occultation de Saturne du 13 juin 1900 observée à l'équatorial Brunner* ($0^m,16$) *de l'observatoire de Lyon.* Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Lœwy.

« Avant l'immersion, la définition était très mauvaise. Un banc d'épais nuages a caché le commencement du phénomène jusqu'au moment où plus de la moitié de la planète était immergée.

Saturne était très sombre, verdâtre.

Temps moyen de Paris.		
h m s 9.48.59....	Immersion du bord E du globe.	
49.17....	id.	E de l'anneau extérieur A. Notée probablement un peu tôt, le bord de la Lune ondulait.

» L'émersion s'est produite au bord obscur invisible (Lune âgée de 17 jours). Bonnes images.

h m s 11. 2.31,7.....	Réapparition du bord	W de l'anneau extérieur A.
2.47	id.	W intérieur de l'anneau B.
2.58,8.....	id.	W du globe.
3.41,8.....	id.	E du globe.
3.52 (1)....	id.	E intérieur de l'anneau B.
4. 7,4.....	id.	E de l'anneau A, qui est moins clair que B.

» Le limbe obscur de la Lune était nettement tranché et très noir. Je n'ai pu saisir aucun satellite. »

ASTRONOMIE. — *Sur une prérogative du calendrier grégorien.* Note de M. **Joseph Laïs**, présentée par M. A. Cornu.

« A peine le calendrier grégorien était-il adopté que nombre de personnes s'attachèrent à le discréditer en disant qu'il ne pouvait remplir le

(1) Il s'est manifesté à ce moment un phénomène de diffraction qu'on se propose de surveiller à la prochaine occultation de Saturne, le 3 septembre.

but auquel il était destiné. Ces attaques d'inexactitude se sont renouvelées de nos jours de la part de sir Beckett Denison (maintenant lord Grimthorps) et du professeur Glasenapp, président de la Commission pour la revision du calendrier russe.

» A la place des modifications séculaires que le calendrier grégorien introduit dans le calcul des années bissextiles, ces messieurs mettent un cycle de 128 années qui a ses avantages, et *a priori* se recommande à l'attention des savants. En effet, la durée astronomique de l'année actuelle est de 365 jours, 242199. Or en calculant la valeur de l'année d'après le cycle de 128 ans, on trouve comme année moyenne 365 jours, 242187. La différence entre ces deux évaluations étant seulement de 12 millionièmes, c'est une approximation qui suffit amplement pour les besoins de la vie civile.

» Leur raisonnement pèche par un point, c'est celui où ils accusent d'inexactitude le calendrier grégorien.

» On ne peut certes nier que le progrès de l'Astronomie a conduit à assigner à la valeur de l'année tropique une valeur plus exacte de celle qui avait été calculée il y a trois siècles au milieu d'un monde de difficultés et d'incertitudes. Cela ne diminue cependant en rien la bonté du calendrier grégorien, placé sur des bases si solides, si bien choisies, qu'il peut recevoir tous les perfectionnements nécessaires. Son système en effet s'adapte à l'élimination de la différence dans l'évaluation de l'année tropique et admet les variations nécessaires pour revenir à l'accord voulu.

» Si l'on veut obtenir l'égalité entre l'année civile et l'année tropique, on l'obtient avec la même facilité en se servant du cycle de 128 ans qui supprime l'année bissextile du cycle chaque 128 années (au lieu de trois bissextiles chaque 400 ans dans le calendrier grégorien actuel) qu'avec un autre cycle plus étendu de 3200 ans. Dans ce second, conservant intact le calendrier grégorien, il suffirait de supprimer le bissextile de l'année qui devrait tomber à la fin de ce cycle. Cette suppression serait périodique pour toutes les années multiples de 3200.

» Le calendrier grégorien nous permet donc de lui ajouter, sans rien changer à la solution facile et élégante qu'il a adoptée, tous les perfectionnements nécessaires pour obtenir la coïncidence presque parfaite entre l'année tropique et l'année civile. L'accuser d'inexactitude n'est donc point à son tour exact, car s'il a un défaut, il renferme en lui-même le moyen de le corriger.

» La suppression du bissextile arrivera quand les erreurs successives

s'étant accumulées auront formé un jour plein; c'est-à-dire après 3200 ans. Ce cycle remet alors les choses en place et ouvre le commencement d'une nouvelle période plus que trois fois millénaire.

» Appliquons maintenant ces données au cycle de 128 ans de sir Denison.

» Il y a dans le cycle de 128 ans, 32 années bissextiles juliennes et 97 années communes. Enlevant le bissextile du cycle on a l'équation suivante

$$31 \times 366 + 97 \times 365 = 46751 \text{ jours.}$$

» Ce chiffre divisé par 128 donne pour l'année

$$365 \text{ jours}, 2421875.$$

» Prenons au contraire le cycle de 3200 ans.

» Il y aura dans cette période 800 bissextiles juliennes dont le calendrier grégorien supprime 24. Enlevons celle du cycle, restent 775 années bissextiles et 2425 années communes.

» Faisant la même équation pour avoir la durée de l'année civile, nous obtenons

$$775 \times 366 + 2425 \times 365 = 1168775 \text{ jours.}$$

» Divisant ce chiffre par celui du cycle 3200 nous arrivons à la valeur de l'année

$$365 \text{ jours}, 2421875.$$

L'accord est complet.

» Il suit encore de là que le calendrier grégorien a un avantage sur le cycle Denison si l'on voulait, comme le désire Lynn (*Nature*, n° 1443, 24 juin 1897), le faire commencer à partir de 1900.

» En effet, ce cycle est déjà commencé et l'on ne peut compenser l'écart qui existe actuellement pour les années déjà écoulées sous un cycle qui est complet lui-même et de plus courte durée.

» Au contraire, en adoptant le cycle de 3200 ans, l'écart successif qui se sera accumulé ayant formé un jour à la fin de la période, la suppression du bissextile permettra de revenir à l'accord complet entre l'année tropique ou astronomique et l'année civile. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode de Neumann et le problème de Dirichlet.* Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Picard.

« Je me permets de faire quelques remarques sur la Note de M. W. Stekloff relative à la méthode de Neumann et au problème de Dirichlet (*Comptes rendus*, 11 juin 1900) :

» Après avoir obtenu les résultats, qui me semblent les plus importants

$$(1) \qquad |W_j| \leqq \mathcal{A}\Lambda^j \qquad (\Lambda < 1),$$

$$(2) \qquad \int_{e+i}\left[\left(\frac{\partial W_j}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial W_j}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial W_j}{\partial z}\right)^2\right] d\tau \overset{=}{<} \mathfrak{B}\Lambda^{2j},$$

on démontre facilement que les solutions de M. Neumann sont des fonctions harmoniques (*stetige, allgemeine Potentialfunktionen*) à l'intérieur et à l'extérieur de la surface ω. Pour compléter la démonstration de la méthode de Neumann, on n'a plus qu'à démontrer les relations (j'emploie les notations de ma Note du 7 mai 1900)

$$\lim_{j=\infty} \mathfrak{W}_{je} = 0, \qquad \lim_{j=\infty} \mathfrak{W}_{ji} = \text{const.}$$

» On *peut*, comme M. Stekloff, se servir du résultat de M. Liapounoff, à savoir que la relation ([1])

$$(3) \qquad \left|\frac{\partial \mathfrak{w}_j}{\partial \nu}\right| \overset{=}{<} c\Lambda'^j_j \qquad (\Lambda' < 1),$$

est une conséquence de (1). *Mais cela n'est pas du tout nécessaire.*

» La relation

$$(4) \qquad \int_{e+i}\left[\left(\frac{\partial \mathfrak{w}_j}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathfrak{w}_j}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathfrak{w}_j}{\partial z}\right)^2\right] d\tau \overset{=}{<} B\Lambda^j$$

est une simple conséquence de (2), et comme les fonctions

$$\mathfrak{W}_j \equiv W_0 + W_1 + W_2 + \ldots + W_{j-1} \qquad \text{à l'intérieur}$$

$$(-1)^{j-1}\mathfrak{W}_j \equiv -W_0 + W_1 - W_2 + \ldots + (-1)^{j-1} W_{j-1} \qquad \text{à l'extérieur}$$

([1]) Page 339 de mon Traité sur la Théorie du potentiel.

sont des fonctions harmoniques à l'intérieur (à l'extérieur), même pour j infiniment grand, on déduit sans difficulté de la relation (4), qu'à l'intérieur (et à l'extérieur) de ω

$$(5) \qquad \mathfrak{W}_j = \text{const} + \varepsilon_j$$

(ε_j une quantité aussi petite que l'on veut, si l'on fait j suffisamment grand) et de là

$$(6) \qquad \lim_{j=\infty} \mathfrak{W}_{je} = 0, \qquad \lim_{j=\infty} \mathfrak{W}_{ji} = \text{const}.$$

» Je regrette beaucoup que ma première démonstration un peu courte des relations (6) (§ 7, p. 270 de mon Livre) ait causé des malentendus, et j'y remédierai en donnant tous les détails dans la démonstration analogue pour le plan.

» On est naturellement libre de choisir entre ces deux méthodes pour démontrer les relations (6); pour ma part, je crois que le beau résultat de M. Liapounoff est de la plus grande importance pour démontrer la continuité des premières dérivées des solutions de M. Neumann, mais qu'on n'a pas besoin du grand appareil de sa démonstration pour établir la méthode de Neumann. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un fil dans l'espace.* Note de M. **G. Floquet** [1].

« Lorsqu'un fil se meut en affectant une forme *curviligne* et que la vitesse tangentielle ξ est à chaque instant la même tout le long du fil, l'équation qui donne $\frac{\partial \xi}{\partial s}$ montre que η est nul, car r_1 ne l'est pas. La courbe qu'il figure à une époque quelconque est donc une ligne géodésique de la surface trajectoire. Si de plus cette courbe est constamment plane, c'est-à-dire si p_1 est nul, elle sera en même temps ligne de courbure : par suite, elle demeurera invariable pendant le mouvement, ainsi que le prouvent d'ailleurs les équations qui montrent que r_1 dépend uniquement de

$$s + \int_0^t \xi \, dt.$$

[1] Voir la Note précédente (*Comptes rendus*, 25 juin 1900).

» La surface trajectoire sera une surface de Monge : le fil glisse sur une courbe plane invariable, dont le plan roule sur une certaine surface développable (D); la génératrice de contact (g) est une droite du plan $x\mathrm{M}y$ parallèle à la direction (d) de la droite $\frac{x}{p} = \frac{y}{q}$.

» Supposons plus particulièrement que ξ soit nul, auquel cas le glissement n'existe plus. Il est facile de voir que, si la force binormale Z est nulle, la développable (D) se réduit toujours à une droite.

» En effet, les équations donnent

$$p^2 + q^2 = \omega^2,$$

ω étant une fonction de t, et, si l'on pose

$$p = \omega\cos\theta, \qquad q = \omega\sin\theta,$$

il vient

$$\frac{\partial\theta}{\partial s} = -r_1,$$

où r_1 dépend seulement de s. On en conclut

$$(1) \qquad \theta = -\int_0^s r_1\, ds + \mu = \lambda + \mu,$$

λ est une fonction de s, et μ une fonction de t; d'où

$$\frac{\partial\zeta}{\partial s} = -q = -\omega\sin(\lambda + \mu)$$

et, par conséquent,

$$(2) \qquad \zeta = -\omega\cos\mu\int_0^s \sin\lambda\, ds - \omega\sin\mu\int_0^s \cos\lambda\, ds + \omega\nu,$$

ν étant une fonction de t. Or, si Z est nul, l'équation $\frac{\partial\zeta}{\partial t} = \mathrm{Z}$ montre que ζ est indépendant de t, ce qui exige que ω, μ et ν soient des constantes. Dès lors θ, d'après (1), ne dépend que de s, et, par suite, la direction (d) est fixe dans le trièdre quand on fait varier le temps. Elle l'est donc aussi dans l'espace, de sorte que la génératrice (g) reste parallèle à elle-même et que la surface (D) est un cylindre. Ce cylindre se réduit d'ailleurs à une droite, car le rayon de courbure ρ' de la trajectoire du point M est $\left|\frac{\zeta}{\omega}\right|$, quantité indépendante de t, d'après (2), ce qui exprime que cette trajectoire est une circonférence.

» On conclut de là que, *lorsqu'un fil se meut en affectant la forme*

d'une courbe plane et de façon que les vitesses de ses points soient toutes normales au fil, si aucune force binormale n'agit sur l'élément de fil, il engendre toujours une surface de révolution : ses diverses positions coïncident avec les méridiens et ses points décrivent les parallèles d'un mouvement uniforme.

» Lorsque Z n'est pas nul, ζ dépend nécessairement de t, et ω, μ, ν ne sont plus simultanément constants. Lorsque μ est constant, θ dépend seulement de S et la surface trajectoire est une *surface moulure;* si ν est aussi constant, (2) montre que ρ' est encore indépendant de t et la surface moulure se réduit à une surface de révolution.

» Comme application, je vais considérer le cas où, X et Y étant nuls, Y est une fonction donnée $\psi(\zeta)$ de la vitesse, en supposant que le fil soit homogène, mais d'épaisseur variable, m étant ainsi proportionnel à l'épaisseur et fonction de s. Cherchons si, parmi les mouvements du fil, il s'en trouve qui soient du genre précédent et dans lesquels le fil présente en tous ses points une égale chance à la rupture.

» Faisons $\xi = p_1 = 0$ et $T = km$ dans les neuf équations, K désignant une fonction de t positive : elles donnent d'abord $y = r = 0$, puis

$$\frac{\partial p}{\partial s} = qr_1, \qquad \frac{\partial q}{\partial s} = -pr_1, \qquad \frac{\partial r_1}{\partial t} = 0,$$

$$(3) \qquad \frac{\partial \zeta}{\partial s} = -q, \qquad \frac{\partial \zeta}{\partial t} = 0,$$

$$(4) \qquad k\frac{d\log m}{ds} = q\zeta,$$

$$(5) \qquad kr_1 + p\zeta + \psi(\zeta) = 0,$$

on en déduit, comme on a vu

$$p = \omega\cos\theta, \qquad q = \omega\sin\theta, \qquad \frac{d\theta}{ds} = -r_1,$$

ω étant une constante arbitraire et θ dépendant seulement de s, comme r_1 et ζ. L'équation (5) montre alors que k doit être pris constant. Elle donne d'ailleurs

$$k\frac{d\theta}{ds} = \omega\zeta\cos\theta + \psi(\zeta),$$

et l'équation (3) s'écrit

$$\frac{d\zeta}{ds} = -\omega\sin\theta.$$

» Ces deux équations forment un système qui détermine θ et ζ en

fonction de s et des deux constantes arbitraires θ_0 et ζ_0. On aura ensuite

$$r_1 = -\frac{\omega}{k}\zeta\cos\theta - \frac{\psi(\zeta)}{k},$$

qui définit le méridien de la surface de révolution trajectoire. Quant à m, il est donné par la formule (4)

$$m = \mathrm{A}e^{-\frac{\zeta^2}{2k}},$$

A étant une constante arbitraire. Il existe donc une infinité de mouvements, de la nature considérée, possibles pour le fil homogène, quand son épaisseur suit la loi indiquée par l'expression de m. »

PHYSIQUE. — *Sur la propagation des ondes condensées dans les gaz chauds.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« La propagation des ondes condensées dans les gaz pris au voisinage de la température ordinaire a été étudiée très complètement par M. Vieille. Ses expériences ont donné, pour la vitesse de ces ondes, conformément à la théorie de Hugoniot, des valeurs bien supérieures à la vitesse du son qui est celle des ondes infiniment peu condensées. La méthode photographique m'a permis d'étudier différentes particularités de ces ondes dans le cas des gaz chauds obtenus par la combustion des mélanges explosifs. La propagation de ces ondes se manifeste par deux phénomènes enregistrables : dans le cas d'ondes très condensées, par une augmentation d'éclat due à l'échauffement résultant de la compression adiabatique; dans le cas des condensations plus faibles, par un changement dans la vitesse des mouvements de translation dans la masse gazeuse. Ces mouvements de translation sont observables en raison des différences accidentelles d'éclat d'un point à l'autre des produits de la combustion, surtout dans le cas où des parcelles charbonneuses restent en suspension, comme cela arrive avec les mélanges d'acétylène renfermant un excès de ce gaz.

» *Discontinuité.* — La théorie veut que toute onde condensée soit le siège d'une discontinuité de la masse gazeuse; leur propagation est un phénomène analogue à celui du mascaret. De part et d'autre de cette onde, le milieu éprouve un changement brusque d'état. Cette onde ne peut pas cependant être assimilée à une surface géométrique infiniment mince, parce que transportant avec elle une quantité finie d'énergie, elle

doit intéresser simultanément une quantité finie de matière. Mes expériences montrent que l'épaisseur de cette onde, c'est-à-dire de la zone d'état variable, est en tout cas très faible. Pour les ondes peu condensées, l'épaisseur tombe au-dessous des incertitudes résultant du diamètre des tubes de verre employés, qui était de 5^{mm}. On peut cependant affirmer que l'épaisseur de cette onde est très notablement inférieure à 1^{cm} et qu'elle ne met pas un cent millième de seconde à faire passer un point donné de la masse gazeuse d'un de ses états extrêmes à l'état opposé. Pour les ondes très condensées, qui augmentent notablement l'éclat du gaz sur leur passage, l'épaisseur semblerait atteindre 1^{cm}, mais l'élargissement de l'image photographique, qui n'atteint pas encore $0^{mm},5$, pourrait bien être due à des phénomènes d'irradiation sur la plaque sensible.

» Il faut donc conclure que si la discontinuité ne peut pas être absolue au sens mathématique du mot, la zone d'état variable est cependant assez mince pour échapper à des procédés d'investigations déjà très précis et tout semble se passer comme si la discontinuité était absolue.

» *Production des ondes condensées.* — Le développement des ondes condensées se produit spontanément dans la combustion des mélanges à grande vitesse de propagation, principalement dans les conditions suivantes :

» 1° Au moment du développement spontané de l'onde explosive une onde condensée *rétrograde* est toujours lancée en arrière dans les gaz déjà brûlés;

» 2° L'arrêt complet ou partiel de l'onde explosive contre l'extrémité fermée ou dans une région étranglée d'un tube lance en arrière une onde condensée *réfléchie;*

Fig. 1.

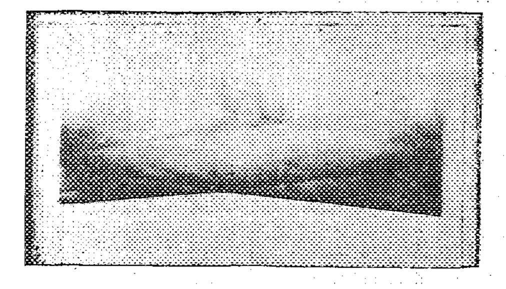
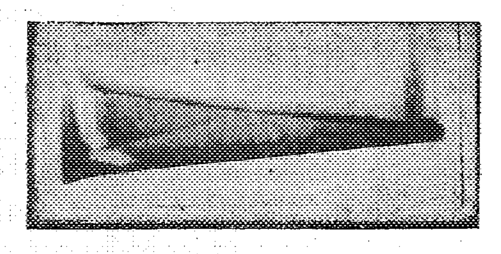


Fig. 2.



» 3° Au point de rencontre d'ondes explosives allumées simultanément en différentes parties d'une masse gazeuse, leur extinction simultanée

donne naissance à des ondes condensées *prolongées* qui progressent dans la même direction que les ondes explosives auxquelles elles succèdent (*fig.* 1).

» On peut enfin provoquer artificiellement des ondes condensées au moyen de fulminate de mercure placé à l'avance au milieu de la masse gazeuse de façon que sa détonation se produise au moment où il est atteint par la flamme (*fig.* 2).

» *Vitesse des ondes condensées.* — Cette vitesse est très variable avec l'importance de la condensation et la densité de la masse gazeuse qui est liée à sa composition et à sa température; elle se rapproche de plus en plus de la vitesse normale du son à mesure que la condensation décroît. Il n'y a donc pas à chercher pour cette vitesse de valeur définie. Voici quelques chiffres obtenus avec le mélange combustible $C^2H^2 + O^2$ dont l'inflammation avait été provoquée par une étincelle électrique. La longueur des tubes était de 1^m et leur diamètre de 5^{mm}.

	mm
Onde explosive	2990
Onde rétrograde	2300
Onde réfléchie	2250
Onde prolongée	2050
Onde par $0^{gr},1$ de fulminate	2250
Onde par $0^{gr},75$	2600

» Cette dernière vitesse se rapproche donc de celle de l'onde explosive, sans pourtant arriver à l'égaler.

» Voici maintenant quelques résultats semblables pour d'autres mélanges gazeux :

Composition du mélange.	Nature de l'onde.	Vitesse.
$CO + O$	Onde explosive	1900
	Onde réfléchie	1000
	Onde par $0^{gr},1$ de fulminate.	1250
$C^2H^2 + 2AzO$	Onde explosive	2850
	Onde rétrograde	1140
	Onde réfléchie	1350

» *Croisement des ondes.* — Ces différentes ondes se réfléchissent à leur tour aux extrémités des tubes et finissent par s'entrecroiser. Contrairement à ce qui arrive pour les ondes peu condensées qui se traversent sans s'influencer réciproquement, ces ondes plus condensées éprouvent à leur rencontre des diminutions brusques de vitesse. La perte de vitesse est plus importante encore après les réflexions aux extrémités fermées du tube.

Par exemple une onde rétrograde dans le mélange $C^2H^2 + O^2$ a présenté les vitesses suivantes :

Vitesse initiale	2300
Après réflexion	1350
Après un premier croisement	1080
Après un deuxième croisement	980

» Dans le même mélange, l'onde produite par $0^{gr},1$ de fulminate après croisement de l'onde précédente a vu sa vitesse tomber de 2250^m à 1900^m.

» *Mouvements ondulatoires.* — Indépendamment de ces ondes isolées la masse gazeuse reste animée après leur passage de mouvements oscillatoires analogues aux mouvements vibratoires du son dans lesquels il y a transport de la matière, tandis que dans les ondes en question il y a seulement transport d'un certain état particulier de la matière à travers la masse gazeuse. La vitesse de ces déplacements change brusquement après le passage de chaque onde. Voici quelques chiffres pour donner une idée de la grandeur de ces vitesses et de leurs changements :

» Une même partie de la masse a présenté successivement les vitesses de $+177^m$, -200^m et $+150^m$; dans le même mélange une autre partie a présenté les vitesses successives -340^m et $+296^m$, les changements se produisant brusquement au passage d'une onde en un temps inférieur à un cent millième de seconde, ce qui suppose des différences de pression énormes de part et d'autre de la tranche très mince intéressée simultanément par l'onde. »

ACOUSTIQUE. — *L'oreille ne décompose pas pendulairement les harmoniques du timbre.* Note de M. **F. Larroque**, présentée par M. A. Cornu.

« Lorsque l'intensité de l'impression sonore produite par un harmonique dépasse $\frac{1}{3}$ de celle du son fondamental, cet harmonique est perçu pendulairement. Dans aucun instrument de musique normal (j'excepte les jeux pluritubulaires de l'orgue, *cornet* et *fourniture*) ce rapport $\frac{1}{3}$ n'est atteint, et l'on sait que, dans ce cas, à distance de l'instrument, les harmoniques ne sont pas perceptibles isolément. L'oreille continue-t-elle à décomposer pendulairement le son complexe en ses éléments?

» La lacune sourde de mon oreille droite m'a permis de résoudre expérimentalement cette importante question. Je choisis un son grave dont un

harmonique important du timbre se trouve placé dans ladite lacune, et j'écoute ce son alternativement de l'oreille droite et de l'oreille gauche au tube acoustique. Aucune modification du timbre n'est perçue.

» Je conclus que sur la fibre de Corti vibrant à l'unisson du son fondamental se produisent, en conformité des rapports vibratoires (formules de synchronisation) respectifs des divers sons élémentaires, des maxima d'énergie de vibration générateurs de synergies correspondant aux coïncidences vibratoires. L'impression du timbre résulte de ces synergies. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la thermo-électricité de quelques alliages.* Note complémentaire de M. **Émile Steinmann**, présentée par M. A. Cornu [1].

« La grande force électromotrice thermo-électrique de l'acier à 28 pour 100 de nickel ayant suscité quelques doutes, M. Ch.-Ed. Guillaume a bien voulu voulu m'envoyer un échantillon authentique d'acier à 28 pour 100 de nickel. Une expérience sur ce dernier corps m'a donné comme force électromotrice thermo-électrique, par rapport au plomb, 385 à 386 microvolts entre + 20° et + 260°.

» L'acier faussement étiqueté 28 pour 100 contient en réalité 36,1 pour 100 de nickel, et c'est à ce pourcentage qu'il faut appliquer le chiffre de — 2461 microvolts par rapport au plomb, entre 0° et + 100°.

» Les résultats généraux de mon étude ne sont en rien modifiés par cette rectification. »

CHIMIE. — *Sur le poids atomique véritable de dix éléments déduit de travaux récents.* Note de M. **G. Hinrichs**.

« Les opérations chimiques de M. Henri Gautier, considérées dans ma Note précédente, ont aussi porté sur le sulfure, le bromure et le chlorure de bore. Enfin, il a calculé de nouveau quelques déterminations de Ramsay et Aston sur le borax. Les éléments auxiliaires dont les poids atomiques ont été employés sont, outre le bore, H, C, O, S, Cl, Br, Na, Ag, Ba. Une dépendance mutuelle est ainsi établie entre les valeurs des poids atomiques de dix éléments chimiques. M. H. Gautier a emprunté neuf de

[1] Voir les *Comptes rendus*, p. 1300-1303 (séance du 14 mai 1900)

ces valeurs aux chimistes allemands. Donc, si ces valeurs allemandes sont erronées, le poids atomique du bore, calculé par M. Gautier, sera aussi nécessairement erroné.

» Au contraire, en suivant notre méthode générale (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 696; 1893), on ne fait aucune hypothèse et l'on contrôle constamment les écarts possibles, dont on détermine les petites valeurs un peu comme on applique la méthode de la variation des constantes arbitraires (Voir *True Atomic Weights*, p. 157-160; 1894).

» Avec les poids atomiques communs bien connus (H 1, C 12, O 16, Cl 35,5, Br 80, S 32, Na 23, Ag 108, Ba 137, Bo 11 exactement), on obtient le rapport atomique commun de l'opération chimique. Du travail de M. H. Gautier nous tirons les rapports analytiques, l'expression immédiate pure et simple des opérations chimiques. D'après la différence de ces deux rapports, on calcule les écarts des poids atomiques communs pour trouver les poids atomiques véritables. Mon Ouvrage déjà cité renferme de nombreux calculs de ce genre qui n'offrent aucune difficulté technique.

Composé de bore.	Rapport atomique.	Rapport analytique moyen.	Variation de la cinquième décimale.
Sulfure	0,16881	0,16884	23
Bromure	0,44504	0,44512	11
Chlorure	0,27294	0,27284	13

» La variation est la différence des valeurs extrêmes du rapport analytique exprimées en unités de la cinquième décimale.

» Évidemment, la différence entre le rapport atomique et le rapport analytique est dans tous les cas moindre que la variation des déterminations chimiques; donc, s'il y a des écarts entre le poids atomique commun et le poids atomique véritable, ces écarts seraient si minimes que la précision des analyses ne permet pas encore de les déterminer. Faisant tous les calculs, je trouve que la valeur moyenne du poids atomique véritable du bore basé sur toutes les déterminations de M. Gautier ne dépasse le nombre onze que d'une demi-unité de la deuxième décimale, au plus. Mais comme les différentes déterminations analytiques diffèrent entre elles dans leur deuxième décimale, cet écart moyen n'a évidemment pas de sens; les expériences chimiques faites donnent une valeur nulle à ces écarts. Le poids atomique véritable du bore est exactement 11.

» Les déterminations de Ramsay et Aston, recalculées par M. H. Gau-

tier, donnent des rapports analytiques trop discordants pour mériter ici notre attention; mais les mêmes chimistes anglais ont fait des déterminations par la distillation du borax anhydre avec l'acide hydrochlorique et l'alcool méthylique dans des appareils de verre bien résistants (leur deuxième série) dont le rapport analytique moyen est 0,57930 avec une variation de 68 sur la cinquième décimale. Le rapport atomique commun est 0,57921, obtenu par la division de 117 = 2 NaCl par 202 = $Na_2O_7Bo_4$. Cette valeur tombe sur l'échelle des valeurs trouvées, à 9 unités de la cinquième décimale au-dessous de la moyenne, laquelle est affectée par les petites erreurs constantes de l'opération chimique employée.

» Donc, la totalité des déterminations analytiques de précision faites pendant les dernières années sur les composés du bore donnent pour son poids atomique la valeur 11 exactement, si l'on n'introduit pas d'erreurs par les procédés de calcul.

» De plus, par notre méthode générale indépendante de toute hypothèse préconçue, ces mêmes recherches de Chimie faites au laboratoire donnent, pour les valeurs des poids atomiques véritables de neuf éléments chimiques auxiliaires, des nombres identiques aux poids atomiques communs. Il n'y a pas de probabilité d'un accord fortuit entre tant de données expérimentales de précision relatives à neuf éléments différents.

» La conclusion finale de ma Note de 1893 paraît donc s'étendre au bore. »

CHIMIE. — *Essai d'une théorie générale de l'acidité.* Note de M. de Forcrand.

« I. En généralisant les hypothèses que j'ai faites précédemment ([1]), on peut déterminer les acidités et les coefficients d'influence qui suivent :

» *Acidité du carboxyle :* — CO — OH. — L'acide acétique fournissant + 49,47, le radical CH^3 a diminué l'acidité de COOH de $0,56 \times 5,63$, soit 3,15. L'acidité du carboxyle est donc + 49,47 + 3,15, soit + 52,62.

» *Influence de* CO. — C'est la différence entre + 52,62 et + 34,07 (valeur de OH). Donc : CO = + 18,55.

» *Influence de l'oxygène.* — Elle s'obtient en retranchant de + 18,55 l'influence du carbone, soit + 3,01. On trouve : O = + 15,54.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1622, et 25 juin 1900.

» *Acidité de l'hydrogène :* + 34,07 − 15,54 = + 18,43 représente l'acidité propre de H ([1]).

» *Influence de* Na *et de* NaO. — Enfin, j'ai trouvé − 11,63 pour la réaction

$$NaOH \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = Na^2O \text{ sol.} + H \text{ gaz.}$$

» L'influence de Na sera donc − (34,07 + 11,63), soit − 45,70.

» Par suite, le groupe NaO aurait une influence égale à − 45,70 + 15,54, soit − 30,16.

» II. *Acidité des acides organiques.* — Les *monoacides gras* donnent les nombres suivants :

	Calculé (état solide).	Trouvé (état liquide).
$CH^3 - CH^2 - COOH$	+ 49,32	+ 52,46
$CH^3 - CH^2 - CH^2 - COOH$	+ 49,23	+ 52,36
$CH^3 - CH^2 - CH^2 - CH^2 - COOH$	+ 49,20	non déterminé

» Les chaleurs de fusion des deux premiers seraient, de − 3,14 et − 3,13, nombres très voisins et conformes aux analogies ([2]).

» Pour la série des *diacides normaux*, on aurait :

	Calculé (état solide).	Trouvé (état solide).
Acide malonique	+ 51,85	+ 51,935
» succinique	+ 51,08	+ 51,20
» glutarique	+ 50,65	non déterminés
» adipique	+ 50,22	
» pimélique	+ 49,98	

» Les nombres sont identiques pour les deux premiers termes. Pour les

(1) C'est cette valeur que devrait fournir la réaction

$$H^2 \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = NaH \text{ sol.} + H \text{ gaz.},$$

nous ne la connaissons pas, même approximativement, parce qu'il se forme de préférence le composé singulier étudié par MM. Troost et Hautefeuille : Na^2H. Mais M. Guntz a réalisé la réaction voisine suivante :

$$H^2 \text{ gaz.} + Li \text{ sol.} = LiH \text{ sol.} + H \text{ gaz.} \ldots \quad + 21,60$$

et ce résultat est tout à fait conforme aux considérations qui précédent.

(2) Cependant M. Guillot (*Thèse Éc. Pharm. Montpellier*, p. 47) a trouvé seulement − 2,47 à 0° pour la chaleur de fusion de l'acide butyrique; mais il est juste de remarquer que le nombre qu'il donne pour l'acide acétique − 2,30 est inférieur à celui qu'a obtenu M. Berthelot : − 2,53.

autres, les résultats calculés sont bien d'accord avec les valeurs trouvées par M. Massol pour les sels de potasse ([1]).

» Tous ces nombres tendent vers une limite voisine de + 49,15. On pourrait vérifier encore que l'acide isosuccinique $\frac{CH^3}{2} - \frac{CH}{2} - COOH$ doit être plus acide que son isomère — $CH^2 - COOH$. On trouve, en effet, + 51,77 et + 51,08 (expérience + 51,44 et + 51,20) ([2]).

» *En résumé*, deux acides seulement fournissent des valeurs (+ 51,01 et + 52,62) bien inférieures à celles que donne l'expérience (+ 53,69 et + 57,70). Ce sont les acides formique et oxalique. Mais je crois que leur acidité est tout à fait anormale; peut-être doit-on l'attribuer à une association moléculaire de leurs sels, due à la simplicité extrême de leurs molécules.

» III. *Acidité des autres composés organiques.* — Pour l'acétylène solide le calcul donne + 21,54, or j'ai trouvé + 23,34 pour l'acétylène gazeux.

» Le formène CH^3—H fournirait seulement + 18,53 − 5,63, soit + 12,90, aussi la substitution métallique est-elle beaucoup plus difficile. L'aldéhyde ordinaire $CH^3 - C\langle{}^{H}_{O}$ donnerait + 33,93.

» En réalité la donnée expérimentale fait défaut, mais on connaît la chaleur du neutralisation + 4,30, un peu plus faible que celle de l'eau oxygénée. De même + 33,93 est voisin de + 34,07 et un peu plus faible.

» L'acide glyoxylique donne, par le calcul, + 57,56. Or, j'ai trouvé par expérience + 57,93.

» Pour l'acide glycolique la coïncidence est encore plus curieuse, parce que le calcul met en œuvre des valeurs très différentes et de signe contraire.

» En voici le détail :

		Calculé.	Trouvé.
Première substitution :	$CH^2 - OH$ / $CO - OH$	+55,05	+55,83
Deuxième substitution :	$CH^2 - OH$ / $CO - ONa$	+32,25	+31,54
Total..........................		87,30	87,37

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 338.

([2]) Je ne pense pas, cependant, que la diminution d'acidité des diacides, lorsque le poids moléculaire augmente, et celle de l'acide succinique par rapport à son isomère, soient dues à l'éloignement des deux carboxyles, mais plutôt à l'addition de nouveaux CH^2 négatifs et au voisinage de l'hydrogène, car les molécules diacides sy-

» L'acétylacétate d'éthyle fournirait + 41,52 ou + 41,96 suivant que l'on adopte la formule cétonique ou la formule alcoolique. Or, j'ai trouvé, pour l'état liquide, + 46,58, ce qui conduirait à une chaleur de fusion de − 5,06 ou − 4,62, tout à fait conforme aux analogies.

» Les acides malique et tartrique donneraient des nombres un peu plus élevés que les valeurs trouvées : + 53,87 et + 56,66 au lieu de + 52,14 et + 54,09.

» Enfin, le phénol ordinaire, les diphénols et le pyrogallol fournissent respectivement + 37,73, + 37,34 et + 37,21, tandis que les valeurs expérimentales sont + 38,42, + 38,34 et + 37,94, c'est-à-dire très voisines, bien qu'un peu plus élevées.

» IV. *Composés minéraux.* — La demi-molécule d'acide sulfurique $\frac{S}{2}O - OH$ a une acidité égale à +66,40. Si nous en retranchons +34,07 pour OH et +15,54 pour O, il reste +16,79 pour l'influence de $\frac{S}{2}$.

» Par suite, l'hydrogène sulfuré $\frac{S}{2}H$ donnerait, pour l'état solide, $+18,55 + 16,79 = +35,34$. Les nombres de M. Sabatier conduiraient à la valeur +40,92 pour l'*état gazeux*.

» L'acide azotique $AzO^2 - OH$ fournit en fait +67,40. Si nous en retranchons +34,07 pour OH et $2 \times 15,54$ pour l'oxygène, il reste $Az = +2,25$.

» L'ammoniac solide doit donc donner pour la première substitution

$$AzH^2 - H \ldots\ldots\ldots \quad +18,55 - 2 \times 2,88 + 2,25 = 15,04.$$

» Or j'ai trouvé +20,16 à partir de AzH^3 *gaz* et +15,74 à partir de AzH^3 *liquide*, ce qui concorde tout à fait.

» Enfin l'acide phosphorique $\frac{PO}{3} - OH$ m'ayant donné +49,38, l'influence de l'atome de phosphore serait +30,39.

» Par suite, l'hydrogène phosphoré $PH^2 - H$ ou $\frac{P}{3}H$ devrait fournir +43,18 ou +28,68, ce qui concorde bien avec la plus grande stabilité des phosphures composés aux azotures.

» Cependant ces hypothèses ne peuvent s'étendre ni aux hydracides ni

---

métriques paraissent se comporter comme deux molécules monoacides indépendantes.

à l'acide cyanhydrique; peut-être pourrait-on l'expliquer de la même manière que pour les acides formique et oxalique.

» *Conclusions.* — Bien que très incomplète encore, cette théorie fournit pour la plupart des composés organiques ou minéraux dont l'acidité est bien connue des valeurs qui concordent d'une manière remarquable avec les données de l'expérience. Le nombre des faits cités est trop considérable pour qu'on puisse supposer que ces coïncidences sont fortuites.

» Lorsqu'elle sera devenue plus parfaite, elle permettra de prévoir soit l'acidité d'un composé à hydrogène salifiable dont on connaît la formule de constitution, soit sa chaleur de fusion lorsqu'on ne peut la déterminer directement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation de l'acétylène et de l'éthylène en présence du platine divisé.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Nous avons indiqué antérieurement que le nickel récemment réduit permet de réaliser dès la température ordinaire la combinaison de l'hydrogène soit avec l'éthylène, soit avec l'acétylène : en présence d'un excès d'hydrogène, on obtient de l'éthane accompagné d'une dose plus ou moins importante de carbures forméniques supérieurs (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1358 et t. CXXVIII, p. 1173). Nous avons également montré que d'autres métaux réduits réalisent des phénomènes analogues pourvu qu'on élève la température vers 180°.

» D'après P. de Wilde (*Jahresberichte*, p. 508; 1866, puis *Berichte*, t. VII, p. 352; 1874), le *noir de platine*, introduit dans un mélange d'acétylène et d'hydrogène en excès, combine rapidement les deux gaz avec formation théorique d'éthane; une combinaison analogue est réalisée aussi, mais plus lentement, dans un mélange d'éthylène et d'hydrogène.

» Il nous a paru intéressant de chercher comment le noir de platine réaliserait l'hydrogénation de l'acétylène ou de l'éthylène dans un courant continu de mélange gazeux.

» Nous avons opéré sur divers noirs de platine et particulièrement sur le noir préparé en réduisant par du zinc par une solution chlorhydrique de chlorure platinique et séchant à froid le produit bien lavé. Le noir essayé ne sert qu'une seule fois, parce que nous avons reconnu que son activité est beaucoup diminuée par un précédent emploi.

» I. *Hydrogénation de l'acétylène.* — Le noir de platine étant disposé dans un tube que parcourt un courant bien réglé d'hydrogène pur, on y fait arriver un courant déterminé d'acétylène. Même à très faible dose, l'introduction d'acétylène dans le mélange provoque aussitôt dans la portion antérieure du noir une élévation de température qui se maintient indéfiniment et qui indique la combinaison des deux gaz. En même temps, on constate que la vitesse du gaz qui sort du tube est bien inférieure à la somme des deux vitesses.

» S'il y a plus de deux volumes d'hydrogène pour un d'acétylène, celui-ci se transforme intégralement en éthane : le gaz qui se dégage est formé exclusivement d'éthane et d'hydrogène en excès, sans acétylène, ni carbures éthyléniques.

» Si la quantité d'hydrogène est plus faible, il y a production simultanée d'éthane et d'éthylène. C'est ce qui avait lieu dans l'expérience suivante :

Vitesse de l'hydrogène	58cc par minute.
Vitesse de l'acétylène	39cc »
Somme des gaz qui arrivent	97cc par minute.
Vitesse du gaz qui sort	42cc »

» Ce gaz contient :

	cc
Acétylène	8,4
Hydrogène	3,0
Ethane	25,0
Éthylène	5,6
	42,0

La composition des produits obtenus concorde bien avec la réduction du volume gazeux; il n'y a eu aucune formation secondaire appréciable par condensation de produits liquides ou charbonneux.

» Quand le mélange des gaz contient un excès d'acétylène, l'éthylène domine dans les produits de la réaction; mais il y demeure toujours de l'éthane, même en présence de proportions notables d'acétylène demeuré libre. Citons une expérience :

Vitesse de l'hydrogène	58cc par minute.
Vitesse de l'acétylène	66cc »
Somme des gaz qui arrivent	124cc par minute.
Vitesse du gaz qui sort	70cc »

Ces 70cc renferment :

Acétylène	25,1
Hydrogène	4,4
Éthylène	30,2
Éthane	10,3

» Il est aisé de voir que la réaction est presque théorique : des produits supérieurs n'ont pris naissance qu'à dose négligeable.

» II. En opérant avec le même noir de platine, non plus à froid, mais au-dessus de 180°, l'hydrogénation se poursuit plus aisément encore; dans ce cas, même avec un excès d'hydrogène, la réaction devient comparable à celle que le nickel donne déjà à la température ordinaire. Il y a formation appréciable de produits forméniques ou éthyléniques supérieurs dont une portion se condense à l'état liquide dans les parties froides du tube.

» Alors, ainsi que cela a lieu pour le nickel, l'accroissement de la proportion d'acétylène dans le mélange gazeux introduit progressivement la destruction charbonneuse de l'acétylène par le noir, avec incandescence et production de carbures aromatiques, telle que l'ont réalisée en 1896 MM. Moissan et Moureu.

» III. *Hydrogénation de l'éthylène.* — Une traînée de noir de platine étant disposée dans un tube que parcourt un courant d'hydrogène, l'introduction d'éthylène dans le gaz amène de suite une élévation notable de température corrélative d'une formation régulière d'éthane : l'éthylène a presque entièrement disparu.

» Mais l'échauffement, d'abord localisé dans la partie antérieure du noir, se transporte peu à peu dans le sens du courant gazeux et ne tarde pas à disparaître en même temps que cesse la réaction. *L'activité du noir n'a donc été que temporaire,* et la carburation légère du métal a suffi pour la faire cesser. On peut la rétablir en maintenant la température vers 100° à 120°, mais la combinaison n'est pas très rapide à cette température. Avec une colonne de 30^{cm} et une vitesse totale des gaz voisine de 100^{cc} par minute, la réaction totale n'est pratiquement réalisée qu'au-dessus de 180°.

» Dans une expérience à 185°, on a eu la réaction

$$55\,C^2H^4 + 41\,H^2 = 41\,C^2H^6 + 14\,C^2H^4,$$

le gaz ne contenait plus que des traces d'hydrogène libre.

» Le *noir de platine* ne peut donc réaliser réellement qu'à chaud l'hydrogénation de l'éthylène, tandis qu'il provoque à froid pendant un temps très long celle de l'acétylène.

» En opérant de la même manière avec de la *mousse de platine,* très active pour déterminer certaines hydrogénations, nous n'avons observé *à froid* aucune hydrogénation appréciable de l'éthylène, non plus que de l'acétylène. Mais au-dessus de 180°, les deux réactions se produisent régulièrement dans des conditions analogues à celles que donne le noir de platine chauffé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide méthoxyhydratropique obtenu par oxydation de l'anéthol. Identité de l'acide phlorétique et de l'acide hydroparacoumarique.* Note de M. **J. Bougault.**

« Dans une Note précédente (¹), j'ai montré que l'oxydation de l'anéthol par l'iode et l'oxyde jaune de mercure donne un aldéhyde de for-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXX, 25 juin 1900.

mule $C^{10}H^{12}O^2$, que l'oxydation de cet aldéhyde par l'oxyde d'argent fournit un acide de formule $C^{10}H^{12}O^3$ ou $CH^3O_{(1)} - C^6H^4_{(4)} - C^2H^4 - CO^2H$, et que cet acide constitue ainsi, avec les acides méthylphlorétique et méthylhydroparacoumarique, un troisième isomère, alors que la théorie n'en prévoit que 2 seulement. J'apporte aujourd'hui l'explication de cette anomalie.

» En étudiant les faits connus, se rattachant à l'histoire des acides phlorétique et hydroparacoumarique, j'ai été frappé de la similitude existant entre eux, et entre ceux de leurs dérivés obtenus jusqu'alors. Pensant trouver là l'explication de l'anomalie signalée plus haut, j'ai repris leur étude.

» La phloridzine m'a naturellement servi comme point de départ pour la préparation de l'acide phlorétique, en suivant le procédé indiqué par Hlasiwetz ([1]). Quant à l'acide hydroparacoumarique, je l'ai obtenu par hydrogénation de l'acide paracoumarique retiré de l'aloès du Cap, suivant une méthode due également à Hlasiwetz ([2]).

» J'ai ensuite comparé avec soin les propriétés des deux acides, ainsi que celles d'une série de leurs dérivés correspondants, préparés d'une façon semblable à partir de chacun d'eux. Je décris brièvement les modes de préparation et les propriétés constatées.

» 1° *Acide bibromé,* $OH - C^6H^2Br^2 - C^2H^4 - CO^2H$. — Addition de brome en léger excès à la solution aqueuse de l'acide; précipitation d'un composé huileux qui ne tarde pas à cristalliser. Aiguilles blanches, fondant à 108°-109°, insolubles dans l'eau, facilement solubles dans l'alcool et l'acide acétique.

» 2° *Acide biiodé,* $OH - C^6H^2I^2 - C^2H^4 - CO^2H$. — Acide $0^{gr},50$, dissous dans 25^{cc} d'eau; addition de 2^{cc} de lessive de soude et d'un excès d'iode dissous dans KI. Après un quart d'heure, précipitation par excès de solution concentrée de bisulfite de soude.

» Aiguilles blanches, fondant à 162°. Insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther; soluble dans une solution de carbonate de soude; le bisulfite de soude l'en précipite. (Ce corps n'avait pas été signalé jusqu'ici.)

» 3° *Acide mononitré,* $OH - C^6H^3(AzO^2) - C^2H^4 - CO^2H$. — Obtenu par l'action de l'acide azotique (8 parties d'acide azotique $D = 1.39$ et une partie d'eau). On précipite par l'eau. Aiguilles jaunes fondant à 90°. Soluble dans l'alcool.

» 4° *Éther méthylique,* $CH^3O - C^6H^4 - C^2H^4 - CO^2H$. — Acide $0^{gr},50$, soude 1^{gr}, iodure de méthyle 2^{gr}, alcool méthylique 10^{cc}. La réaction commence à froid, on termine au bain-marie avec réfrigérant à reflux. On chasse l'alcool et l'on précipite par HCl. Lamelles incolores fondant à 101°; très peu solubles dans l'eau. Sels alcalins et alcalino-terreux très solubles.

([1]) *Jahresb. u. d. Fortsch. d. Chemie,* p. 700; 1855.

([2]) *Liebig's Annalen,* t. CXXXV, p. 31.

» 5° *Éther éthylique*, $C^2H^5O - C^6H^4 - C^2H^4 - CO^2H$. — Acide 0gr,50, soude 1gr, bromure d'éthyle 2gr, alcool éthylique 10cc. On chauffe en tube scellé à 120° pendant deux heures. Fond à 104°. Propriétés générales de l'éther méthylique.

» 6° *Éther diméthylique*, $CH^3O - C^6H^4 - C^2H^4 - CO^2CH^3$. — Acide 1gr, soude 0gr,50, iodure de méthyle 4g, alcool méthylique 10cc. On chauffe en tube scellé à 120° pendant deux heures. On précipite ensuite par l'eau, l'éther se sépare sous forme d'une huile qui cristallise peu après. Fond à 38°. Saponifié par la soude, il donne l'éther méthylique fondant à 101°.

» Les deux acides, phlorétique et hydroparacoumarique, traités comme il vient d'être dit pour la préparation de ces six dérivés, ont toujours donné des résultats identiques. Le Tableau ci-dessous met bien en évidence l'identité des deux acides; la première colonne comprend les points de fusion donnés par les divers auteurs, la deuxième, ceux que j'ai trouvés pour les composés que j'ai préparés moi-même :

	Acide hydroparacoumarique.		Acide phlorétique.	
L'acide	fond à 125° (Hlasiwetz), 129° (Stöhr).	128°	128° (Hlasiwetz).........	128°
L'acide bibromé	» 107°-108° (Stöhr)............	109	....	109
L'acide biiodé	»	162	....	162
L'acide mononitré	» 90°,5 (Stöhr)...............	90	....	90
L'éther méthylique	» 101° (Perkin)................	101	103° (Körner et Corbetta).	101
L'éther éthylique	»	104	106° (Körner et Corbetta).	104
L'éther diméthylique	» 38° (Eigel).................	38	38° (Körner et Corbetta).	38

» L'identité manifeste de l'acide phlorétique avec l'acide hydroparacoumarique fait disparaître l'anomalie, que j'avais signalée, de trois acides différents pour deux formules prévues par la théorie.

» L'acide hydroparacoumarique ayant été obtenu synthétiquement au moyen de l'acide paraminocinnamique (1), sa formule

$$OH - C^6H^4 - CH^2 - CH^2.CO^2H$$

paraît bien établie. L'acide nouveau, que j'obtiens en partant de l'anéthol a donc la formule attribuée jusqu'ici à l'acide méthylphlorétique $CH^3O - C^6H^4 - CH\langle{}^{CO^2H}_{CH^3}$, et est par suite l'acide méthoxyhydratropique.

» Il s'ensuit, pour l'aldéhyde qui lui correspond, la formule

$$CH^3O - C^6H^4 - CH\langle{}^{CHO}_{CH^3}.$$

(1) E. Stöhr, *Liebig's Annalen*, t. CCXXV, p. 57.

» Je crois inutile d'ajouter que les acides et les aldéhydes obtenus avec l'isosafrol, l'isométhyleugénol, et l'isoapiol et dont j'ai parlé brièvement dans ma Note précédente (*loc. cit.*), ont nécessairement des formules analogues à celles que je viens d'établir pour l'aldéhyde et l'acide dérivés de l'anéthol, c'est-à-dire que la chaîne latérale $-C^3H^5$ devient $-CH\langle{}^{CHO}_{CH^3}$ pour les aldéhydes, et $-CH\langle{}^{CO^2H}_{CH^3}$ pour les acides.

» Je termine par une remarque importante, suggérée par la formule de constitution que j'ai été amené à attribuer à l'aldéhyde dérivé de l'anéthol. Si l'on rapproche, en effet, cette formule $CH^3O - C^6H^4 - CH\langle{}^{CHO}_{CH^3}$, de celle de l'anéthol lui-même, $CH^3O-C^6H^4-CH=CH-CH^3$, on voit qu'il est difficile d'expliquer le mécanisme de la réaction qui, par simple fixation de O sur l'anéthol (fixation précédée ou non d'une addition de IOH, avec élimination subséquente de HI), donne l'aldéhyde $CH^3O-C^6H^4-CH\langle{}^{CHO}_{CH^3}$. Une pareille transformation se comprendrait, au contraire, très facilement en supposant à la chaîne latérale dite *propénylique* $-CH=CH-CH^3$, la forme triméthylénique $-CH\langle{}^{CH^2}_{CH^2}$ (les deux CH^2 liés entre eux).

» La même remarque s'applique évidemment à l'isosafrol, l'isométhyleugénol, l'isoapiol.

» Je poursuis mes recherches dans le but de vérifier la formule proposée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Procédé de synthèse d'homologues supérieurs de l'éther acétylacétique et de l'acétylacétone* (¹). Note de M. L. **Bouveault**.

« On ne connaît aucun des homologues supérieurs de l'éther acétylacétique dérivant par substitution dans le CH^3 terminal tels que seraient les éthers propionyl- ou butyrylacétique. Quant aux homologues correspondants à l'acétylacétone, on connaît les deux premiers termes de la série, préparés par M. Claisen en condensant avec l'acétate d'éthyle et le sodium la méthyléthylcétone et la méthylpropylcétone, ou en condensant l'acétone ordinaire avec le propionate ou le butyrate d'éthyle (Claisen et Ehrhardt, *D. ch. Ges.*, t. XXII, p. 1015).

(¹) Institut chimique de Nancy.

» J'ai réussi à obtenir ces différents éthers β-cétoniques et β-dicétones en employant seulement, comme matière première, l'éther acétylacétique et les chlorures des acides de la série grasse, ce qui rend leur obtention très aisée.

» L'action du chlorure d'acétyle sur l'acétylacétate d'éthyle sodé en suspension dans l'éther a été faite, pour la première fois, par M. James (*Lieb. Ann.*, t. CCXXVI, p. 213; *Bull.*, 2e série, t. XLV, p. 99). Elle a depuis fait l'objet d'un assez grand nombre de recherches de la part de MM. Claisen, Michaël, Ilef, etc. Il résulte de ces divers travaux que cette réaction donne naissance à deux composés isomères :

$$\begin{array}{l} CH^3 - CO - \underset{|}{CH} - CO^2C^2H^5 \\ \qquad CH^3 - CO \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} CH^3 - \underset{|}{C} = CH - CO^2C^2H^5, \\ \qquad O - CO - CH^3 \end{array}$$

et doués de propriétés chimiques différentes. Le premier de ces deux corps se dissout dans les alcalis caustiques, tandis que le second y était insoluble.

» J'ai remplacé dans cette réaction le chlorure d'acétyle par un de ses homologues supérieurs, dans l'espèce, le chlorure d'isobutyryle.

» On obtient, sans difficulté et avec un excellent rendement, le mélange des deux isomères :

$$\begin{array}{l} CH^3 - CO - \underset{|}{CH} - CO^2C^2H^5 \\ {CH^3 \atop CH^3} \!\!>\! CH - CO \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} CH^3 - \underset{|}{C} = CH - CO^2C^2H^5 \\ \qquad O - CO - CH \!<\! {CH^3 \atop CH^3} \end{array}$$

qui constitue un liquide incolore bouillant à 108° sous 10mm. La séparation des deux isomères a présenté quelques difficultés. En traitant le produit par un alcali étendu, on dissout le premier corps et on laisse le second qui peut être lavé avec un alcali concentré et obtenu ainsi à l'état de pureté. C'est un liquide incolore, d'odeur spéciale, bouillant à 117° sous 15mm.

» Mais, quand on veut régénérer son isomère de la solution alcaline, on constate qu'il a été profondément modifié. On arrive mieux au résultat en employant l'eau de baryte concentrée et froide qui dissout sans l'altérer l'*isobutyryl-acétylacétate d'éthyle* et l'abandonne quand on traite la solution par l'acide chlorhydrique. Malheureusement, l'eau de baryte laisse une quantité importante de produit dans l'isomère insoluble.

» L'isobutyrylacétylacétate d'éthyle constitue un liquide incolore bouillant à 114° sous 15mm. Sa constitution se trouve établie par l'étude de ses produits de dédoublement.

» Si on le traite par l'acide chlorhydrique étendu de son poids d'eau en tube scellé, à 140°-150° on le dédouble en acide acétique, méthylisopropylcétone, acide carbonique et alcool.

$$\begin{array}{lll}
CH^3 = CO - CH - CO^2C^2H^5 + 2H^2O & = CH^3 - COOH + & CH^3 + CO^2 + C^2H^6O. \\
\quad\quad\quad\quad\quad\;\; | & & \quad\quad\quad\;\; | \\
\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CO & & \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CO
\end{array}$$

» Si dans cette même réaction on remplace l'acide chlorhydrique par de l'eau pure, la décomposition est moins profonde et se produit suivant le schéma

$$\begin{array}{ll}
CH^3 - CO - CH - CO^2C^2H^5 + H^2O = & CH^3 - CO - CH^2 + CO^2 + C^2H^6O. \\
\quad\quad\quad\quad\quad\;\; | & \quad\quad\quad\quad\quad\;\; | \\
\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CO & \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CO
\end{array}$$

» *L'isobutyrylacétone* ainsi obtenue est un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à 168°, donnant aisément un sel de cuivre volatil, très soluble dans les dissolvants organiques neutres, en particulier dans le chloroforme et même dans l'éther de pétrole. Il se dépose du mélange de chloroforme et de pétrole en cristaux bleus qui contiennent du dissolvant, car, exposés à l'air, ils se ternissent en devenant roses.

» Enfin, si l'on traite l'isobutyrylacétylacétate d'éthyle par une molécule de soude dissoute dans l'eau ou dans l'alcool, on obtient, en chauffant, une décomposition totale suivant l'équation :

$$\begin{array}{l}
CH^3 - CO - CH - CO^2C^2H^5 + NaOH \\
\quad\quad\quad\quad\quad\;\; | \\
\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CO \\
\quad = CH^3 - COONa + CH^2 - CO^2C^2H^5 \\
\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad | \\
\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad CO - CH\!\!<\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}.
\end{array}$$

» La réaction se fait pour le mieux en opérant en solution aqueuse, chauffant quelque temps et traitant par un courant de vapeur d'eau. Le produit entraîné est ensuite rectifié. On obtient sans difficulté l'*isobutyrylacétate d'éthyle,* liquide incolore, d'une odeur de fruits très agréable; il bout à 93°-94° sous 16^{mm}.

» Ce composé semble plus altérable par les alcalis étendus que ne l'est l'éther acétylacétique. Il se décompose alors en méthylisopropylcétone,

acide carbonique et alcool :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CO - CH^2 - CO^2C^2H5 + 2NaOH$$
$$= \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CO - CH^3 + CO^3Na^2 + C^2H^6O.$$

» Cette réaction se passe toujours plus ou moins au moment de la formation de l'isobutyrylacétate d'éthyle et diminue sensiblement le rendement. Il est très remarquable que la décomposition par la soude se fasse exclusivement en acétate et isobutyrylacétate d'éthyle, et pas du tout en isobutyrate et acétylacétate d'éthyle. De la solution aqueuse, je n'ai pas extrait d'autre acide gras que l'acide acétique que j'ai analysé à l'état de sel d'argent. Quant à l'isobutyrylacétate d'éthyle, la netteté de son point d'ébullition et son analyse montrent qu'il est totalement exempt de son homologue inférieur. J'attribue cette orientation de la réaction à ce fait que l'acide acétique, plus fort que l'acide isobutyrique, dégage plus de chaleur que n'en dégagerait ce dernier.

» Tous ces dédoublements de l'isobutyrylacétylacétate d'éthyle sont extrêmement nets et permettent d'obtenir à volonté la méthylisopropylcétone, l'isobutyrylacétone ou l'isobutyrylacétate d'éthyle. Je me propose de vérifier que les autres chlorures d'acides se comportent comme le chlorure d'isobutyryle et que les réactions que je viens d'exposer peuvent être généralisées. J'étudierai également le dédoublement des produits obtenus dans l'action des chlorures d'acides sur les dérivés sodés de l'acétylacétone, des éthers cyanacétiques et maloniques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mode de formation des composés* $C^2H^2(Cu^2Cl^2)^2KCl$, $C^2H^2[(Cu^2Cl^2)^2KCl]^2$. Note de M. **Chavastelon**.

» On a vu dans une précédente Communication ([1]) qu'on réalise expérimentalement la transformation, par la liqueur primitive, des cristaux incolores en cristaux jaunes.

» Dès lors, la succession des phénomènes observés en faisant agir de l'acétylène sur une solution acide de chlorure cuivreux dans le chlorure de potassium peut être formulée ainsi :

([1]) *Comptes rendus*, juin 1900.

» Quelle que soit la proportion d'acétylène disponible, il y a d'abord formation du composé le plus riche en acétylène

$$C^2H^2(Cu^2Cl^2)^2KCl,$$

lequel est immédiatement ramené à l'état de

$$C^2H^2[(Cu^2Cl^2)^2KCl]^2.$$

» Un excès de gaz transforme ce dernier à son tour en

$$C^2H^2(Cu^2Cl^2)^2KCl.$$

» J'ai déterminé quels sont les rapports

$$\frac{Cu^2Cl^2 \text{ combiné à } C^2H^2}{Cu^2Cl^2 \text{ non combiné}} = \frac{C}{N},$$
$$\frac{Cu^2Cl^2 \text{ non combiné}}{Cu^2Cl^2 \text{ initial}} = \frac{N}{I}:$$

» 1° Dans la liqueur jaune (A) qui surnage un abondant dépôt de cristaux jaunes;

» 2° Dans la même liqueur (B) qui surnage les cristaux incolores provenant de la transformation des cristaux jaunes par l'action prolongée de C^2H^2.

» J'ai trouvé pour (A) :

$$\frac{C}{N} = 0,40, \qquad \frac{N}{I} = 0,68;$$

pour (B)

$$\frac{C}{N} = 0,61, \qquad \frac{N}{I} = 0,33,$$

d'où l'on déduit

$$\frac{C}{I}(A) = 0,25, \qquad \frac{C}{I}(B) = 0,20.$$

» Donc, dans les liqueurs (A) et (B) saturées de cristaux de chaque espèce, l'équilibre correspond pour (A) à 25 pour 100 du Cu^2Cl^2 combiné, pour (B) à 20 pour 100 du Cu^2Cl^2 combiné.

» La formation des composés, jaune ou incolore, au sein de la solution primitive acidulée par l'acide chlorhydrique de Cu^2Cl^2 dans KCl, se rattache elle-même à la formation du composé plus simple [1]

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2.$$

---

[1] *Comptes rendus*, 20 juin 1898.

» En effet, si dans la solution primitive on fait tomber des cristaux du composé précédent, on voit la liqueur jaunir ainsi que les cristaux.

» Un excès de cristaux fournit le composé

$$C^2H^2[(Cu^2Cl^2)^2KCl]^2$$

que la liqueur saturée à 22° dépose également à 13°.

» Le mécanisme des réactions peut être représenté par les équations suivantes :

$$(1)\quad C^2H^2 + Cu^2Cl^2 = C^2H^2.Cu^2Cl^2,$$
$$(2)\quad C^2H^2.Cu^2Cl^2 + Cu^2Cl^2 + KCl = C^2H^2(Cu^2Cl^2)^2KCl,$$
$$(3)\quad C^2H^2(Cu^2Cl^2)^2KCl + 2Cu^2Cl^2 + KCl = C^2H^2[(Cu^2Cl^2)^2KCl]^2,$$
$$(4)\quad C^2H^2[(Cu^2Cl^2)^2KCl]^2 + C^2H^2 = 2[C^2H^2(Cu^2Cl^2)^2KCl].$$

» Dans une prochaine Communication, nous expliquerons le mode d'action de C^2H^2 sur une solution neutre de Cu^2Cl^2 dans KCl. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons métalliques du diazoamidobenzène* (1). Note de M. **Louis Meunier**, présentée par M. Henri Moissan.

« *Dérivé cuivreux du diazoamidobenzene.* — Nous avons déjà montré que la poudre de cuivre pouvait réagir sur le diazoamidobenzène pour donner un composé cuivreux de formule

$$\begin{array}{c} C^6H^5 - Az = Az - \underset{|}{Az} - C^6H^5 \\ Cu \\ | \\ Cu \\ | \\ C^6H^5 - Az = Az - Az - C^6H^5. \end{array}$$

» Cette constitution est encore mise en évidence par les deux nouveaux procédés de préparation suivants, qui sont d'ailleurs plus pratiques que le précédent :

» 1° Par chauffage au bain-marie d'une solution benzénique de diazoamidobenzène en présence d'oxyde cuivreux ;

» 2° Par réaction d'une solution ammoniacale de chlorure cuivreux sur une solution alcoolique bouillante de diazoamidobenzène.

» *Propriétés.* — Petits cristaux feutrés de couleur variant du jaune au

(1) Laboratoire de Chimie appliquée de l'Institut de Chimie de Lyon.

rouge orangé suivant le mode de préparation; insolubles dans l'eau, l'éther, la ligroïne, solubles dans le benzène, surtout à chaud, décomposables vers 270°. L'acide nitrique les décompose à la température ordinaire avec explosion et incandescence. La solution benzénique traitée par l'hydrogène sulfuré précipite du sulfure cuivreux, tandis que la liqueur filtrée évaporée à sec donne comme résidu du diazoamidobenzène.

» *Chlorhydrate, bromhydrate, iodhydrate du dérivé cuivreux du diazoamidobenzène.* — Nous avons déjà signalé que la solution benzénique du composé précédent, traitée par l'acide chlorhydrique gazeux sec, fixait ce dernier corps pour donner un chlorhydrate peu stable dans les conditions de l'expérience en raison de l'excès d'acide chlorhydrique et auquel nous avions supposé la formule

$$\begin{array}{c} \qquad\qquad\qquad\quad H \quad Cl \\ \qquad\qquad\qquad\quad \diagdown\diagup \\ C^6H^5 - Az = Az - Az - C^6H^5 \\ \qquad\qquad\qquad | \\ \qquad\qquad\qquad Cu \\ \qquad\qquad\qquad | \\ \qquad\qquad\qquad Cu \\ \qquad\qquad\qquad | \\ C^6H^5 - Az = Az - Az - C^6H^5 \\ \qquad\qquad\qquad\quad \diagup\diagdown \\ \qquad\qquad\qquad\quad H \quad Cl \end{array}$$

» Nous avons réussi à préparer ce dernier corps, à l'état pur et stable, en faisant réagir le chlorure de benzyle sur le diazoamidobenzène en solution benzénique et en présence de poudre de cuivre. La réaction est presque intégrale après trois heures d'ébullition, et il se sépare un composé jaune insoluble, donnant à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé.	Théorie pour la formule $[(C^6H^5)^2Az^3CuHCl]^2$.
Az................	13,95	14,97
Cl................	12,9	12,42
Cu................	22,02	22,14

» Le corps obtenu dans cette réaction, comme celui qui prend naissance dans l'action ménagée du gaz chlorhydrique sec sur la solution benzénique du sel cuivreux, se présente sous forme d'aiguilles microscopiques jaune clair, insolubles dans l'eau, la benzine, l'alcool, l'éther, le chloroforme, se décomposant sans fondre vers 180°.

» Sa constitution correspond bien à celle que nous avions prévue; en effet, si on le soumet à l'action d'une solution alcaline à chaud, il y a formation de chlorure alcalin et du sel cuivreux du diazoamidobenzène.

» D'ailleurs le diazoamidobenzène lui-même en solution benzénique,

traité par le gaz chlorhydrique sec, donne un chlorhydrate blanc insoluble dans la benzine, peu stable dans les conditions de l'expérience, en raison de l'excès d'acide chlorhydrique; aussi, si on l'isolé, il y a formation, au contact de l'air humide, d'un peu de phénol et de chlorhydrate d'aniline. La présence de ce dernier corps détermine alors la transformation moléculaire lente du chlorhydrate de diazoamidobenzène en chlorhydrate d'amidoazobenzène violet.

» Le bromhydrate et l'iodhydrate du sel cuivreux du diazoamidobenzène se préparent de la même manière que le chlorhydrate.

» Dans une prochaine Communication, nous indiquerons comment la réaction du diazoamidobenzène sur les dérivés mono et polyhalogénés des carbures peut être utilisée comme moyen de synthèse.

» *Dérivé cuivrique du diazoamidobenzène*

$$\left\{\begin{array}{c} C^6H^5 - Az = Az - Az - C^6H^5 \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad | \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad Cu \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad | \\ C^6H^5 - Az = Az - Az - C^6H^5 \end{array}\right.$$

— Le nitrate de cuivre sec, en solution dans l'alcool absolu, traité par le diazoamidobenzène en solution alcoolique légèrement alcaline, donne des aiguilles noir verdâtre insolubles dans l'alcool et dans l'éther, solubles dans la benzine, fondant en se décomposant vers 170°.

» *Analyse :*

	Trouvé.	Théorie pour $(C^6H^5)^4Az^6Cu$.
Az...............	18,8	18,46
Cu...............	12,7	13,84

» La solution benzénique du dérivé cuivrique précipite en jaune sans dégagement d'azote par l'acide chlorhydrique gazeux sec.

» *Remarque.* — Il semble possible d'attribuer à certains composés ammoniés du cuivre et du mercure des formules de constitution identiques à celles des corps précédents, c'est ainsi que les chlorures de cuproso et de mercurosodiammonium $Cu\,Cl^2, 2\,AzH^3$ et $Hg\,Cl^2, 2\,Az\,H^3$ peuvent admettre comme formules de constitution

$$\begin{array}{c} H \quad Cl \\ \diagdown\diagup \\ H - Az - H \\ | \\ Cu \\ | \\ Cu \\ | \\ H - Az - H \\ \diagup\diagdown \\ H \quad Cl \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{c} H \quad Cl \\ \diagdown\diagup \\ H - Az - H \\ | \\ Hg \\ | \\ Hg \\ | \\ H - Az - H \\ \diagup\diagdown \\ H \quad Cl \end{array}$$

« Les chlorures de cupro et de mercurodiammonium $Cu\,Cl^2, 2\,Az\,H^3$ et $Hg\,Cl^2, 2\,Az\,H^3$ pourront s'écrire

$$\begin{array}{ccc} & H \quad Cl & \\ & \diagdown\,\diagup & \\ H - & Az & - H \\ & | & \\ & Cu & \\ & | & \\ H - & Az & - H \\ & \diagup\,\diagdown & \\ & H \quad Cl & \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{ccc} & H \quad Cl & \\ & \diagdown\,\diagup & \\ H - & Az & - H \\ & | & \\ & Hg & \\ & | & \\ H - & Az & - H \\ & \diagup\,\diagdown & \\ & H \quad Cl & \end{array}$$

» De même la combinaison de chlorure cuivreux et d'aniline obtenue par Saglier (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1422) pourra être considérée comme admettant pour formule de constitution

$$\begin{array}{ccc} & H \quad Cl & \\ & \diagdown\,\diagup & \\ C^6H^5 - & Az & - H \\ & | & \\ & Cu & \\ & | & \\ & Cu & \\ & | & \\ C^6H^5 - & Az & - H \\ & \diagup\,\diagdown & \\ & H \quad Cl & \end{array}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide azotique sur le gaiacol trichloré.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Moissan.

« Dans un travail paru aux *Comptes rendus* (¹), j'ai fait voir que les gaïacols tétrachlorés et tétrabromés traités par l'acide azotique donnaient les orthoquinones tétrachlorées et tétrabromées, c'est-à-dire des dérivés de la pyrocatéchine.

» J'ai étudié la même réaction dans le cas du gaïacol trichloré, et les résultats ont été tout différents.

» Je dissous 10^{gr} de gaïacol trichloré dans 50^{cc} d'acide acétique et ajoute peu à peu 10^{cc} d'acide nitrique; la liqueur se colore en rouge, il y a dégagement de vapeurs nitreuses et au bout de peu de temps, il se dépose de petits cristaux rouges que l'on dessèche et purifie par cristallisation dans

(¹) T. CXXIX, p. 967.

l'éther à chaud ou dans l'acide acétique. Le corps obtenu se présente en petites aiguilles aplaties groupées en masses arrondies ou en petites lamelles aplaties, d'une belle couleur rouge orangé; il est insoluble dans l'eau, peu soluble à froid dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique, plus soluble à chaud. Le point de fusion est compris entre 158° et 162°. Les analyses mènent à la formule $C^{13}H^5Cl^5O^4$.

» Il se dissout facilement dans la benzine à chaud, et, par refroidissement, il se dépose de gros cristaux prismatiques groupés en faisceaux ou isolés, d'une belle couleur rouge orangé : c'est une combinaison moléculaire avec la benzine de formule $2C^{13}H^5Cl^5O^4 + C^6H^6$. Dans l'étuve, à 100°, cette combinaison perd rapidement la benzine et donne le corps $C^{13}H^5Cl^5O^4$: à la température ordinaire, les cristaux s'altèrent peu à peu, perdent la benzine, et il reste une poudre rouge orangé constituée par le corps privé de benzine.

» Le dérivé $C^{13}H^5Cl^5O^4$ ou la combinaison avec la benzine sont facilement réduits par l'acide sulfureux en solution alcoolique. Quand, à une solution alcoolique du corps orangé, l'on ajoute de l'acide sulfureux, la liqueur perd peu à peu sa teinte rouge et devient bientôt incolore; une addition d'eau précipite une poudre cristalline blanche qui est desséchée et purifiée par cristallisation dans la benzine. J'obtiens ainsi de petits cristaux prismatiques, assez volumineux, incolores, mais brunissant rapidement au contact de l'air. Ils sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther, dans la benzine à chaud. Leur point de fusion est 166°-167°, leur formule $C^{13}H^7Cl^5O^4$, c'est-à-dire diffère par H^2 en plus de celle du corps rouge. Leur solution alcoolique traitée par le perchlorure de fer prend une belle coloration verte passant au violet par une trace d'alcali. Traité par l'acide nitrique, il est oxydé et redonne le dérivé rouge $C^{13}H^5Cl^5O^4$.

» Voyons maintenant quelle est la nature du dérivé formé dans l'action de l'acide nitrique sur le gaïacol trichloré :

» 1° C'est évidemment un corps du groupe des quinones car, traité par les réducteurs, il fixe H^2 et donne un produit incolore et de fonction phénolique;

» 2° Il contient du méthoxyle OCH^3 car, traité par l'acide iodhydrique concentré, il donne de l'iodure de méthyle. Des dosages de méthoxyle par la méthode de Zeisel montrent que, pour une molécule $C^{13}H^5Cl^5O^4$, il y a une molécule de méthoxyle OCH^3. Sa formule peut donc être écrite $C^{12}H^2Cl^5O^3 - OCH^3$;

» 3° Distillé avec de la poussière de zinc, il donne des produits de décomposition possédant l'odeur caractéristique du diphényle $C^{12}H^{10}$ ou $C^6H^5 - C^6H^5$; j'ai isolé, dans ces produits de décomposition, de petites quantités d'un corps ayant le même aspect microscopique que le diphényle.

» D'après ce qui précède, je considère que la réaction s'effectue de la façon suivante :

» Deux molécules de gaïacol trichloré $C^6HCl^3 - OH - OCH^3$ s'unissent en perdant l'une un atome d'hydrogène, l'autre un atome de chlore; en même temps l'acide nitrique saponifie l'une des molécules de gaïacol trichloré et forme de la pyrocatéchine trichlorée; l'acide nitrique agissant alors comme oxydant enlève deux atomes d'hydrogène, l'un à l'oxhydryle OH provenant du groupement OCH^3 saponifié, l'autre au groupement OH de la molécule du gaïacol trichloré non saponifié. Il y a ainsi formation d'une quinone particulière à laquelle convient l'une des deux formules

$$OCH^3 - O - Cl^3C^6 - C^6HCl^2 - O - OH$$

ou

$$OCH^3 - O - HCl^2C^6 - C^6Cl^3 - O - OH.$$

» Le produit de réduction possède l'une des deux formules correspondant à celles de la quinone

$$OCH^3 - OH - Cl^3C^6 - C^6HCl^2 - OH - OH$$

ou

$$OCH^3 - OH - HCl^2C^6 - C^6Cl^3 - OH - OH.$$

» *En résumé*, l'acide nitrique agissant sur le gaïacol trichloré donne un corps qui est à la fois un produit d'oxydation et de condensation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les Aloïnes.*

Note de **M. E. Léger**, présentée par M. H. Moissan.

« Selon Klunge [1], la barbaloïne se distinguerait des autres aloïnes par la réaction suivante qui porte son nom. Si à une solution aqueuse de barbaloïne on ajoute du sulfate de cuivre et du NaCl, on obtient une coloration rouge cerise qui s'accentue lorsqu'on ajoute de l'alcool à la

(1) *Schweizerische Wochenschrift für Chem. u. Pharm.*, t. XXI, p. 1.

solution ou si on la chauffe. J'ai constaté que cette réaction diminue d'intensité au fur et à mesure que l'on multiplie les cristallisations; et, après sept cristallisations dans l'alcool méthylique opérées avec 10^{cc} de solvant pour 1^{gr} d'aloïne, le produit ne donne plus la réaction de Klunge. Par contre, l'isobarbaloïne soumise à cette réaction donne, même avec des traces de matière, une coloration rouge violacée très intense. Ceci montre que la réaction de Klunge appartient à l'isobarbaloïne et non pas à la barbaloïne. L'obtention de la barbaloïne pure se réalisera plus facilement en utilisant la réaction de Klunge elle-même et en se basant sur ce fait que les deux aloïnes, bien que toutes deux oxydables par le réactif de Klunge, le sont à des degrés différents. En pratique, ce sera toujours l'isobarbaloïne qui disparaîtra la première.

» On dissout 10^{gr} de barbaloïne, cristallisée deux à trois fois et souillée encore d'isobarbaloïne, dans 100^{cc} d'eau avec 15^{gr} de NaCl pur; on chauffe au bain-marie et l'on ajoute 5^{cc} d'une solution saturée de sulfate de cuivre. Le liquide prend une belle couleur rouge. Après 10 minutes, on laisse refroidir et l'on recueille les cristaux. Une deuxième et même une troisième opération pratiquées comme la première sont souvent nécessaires pour obtenir une aloïne ne se colorant plus par le réactif de Klunge. La matière, après dessiccation à l'air, est purifiée par cristallisation dans l'alcool méthylique.

» La barbaloïne pure n'a plus les mêmes caractères que le produit souillé d'isobarbaloïne. Sa couleur est d'un jaune plus pâle. Naturellement, elle ne se colore pas en rouge par le réactif de Klunge. Elle ne se colore pas davantage par AgO^3H froid; la coloration rouge ne se produit qu'à chaud. Son dérivé trichloré, qui cristallise en prismes clinorhombiques, présente, comme nous le verrons plus loin, des angles différents. La triacétyltrichlorobarbaloïne pure fond à 164°,8 au lieu de 152°-153°, point de fusion du corps souillé d'isobarbaloïne. Ces deux derniers faits montrent avec quelle ténacité l'isobarbaloïne est retenue par la barbaloïne, puisqu'elle accompagne cette dernière même dans son dérivé chloré et dans le dérivé acétylé de celui-ci.

» *Tribromobarbaloïne*, $C^{16}H^{13}Br^3O^7 + 3H^2O$ [1]. — J'ai dit (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 234) que le précipité jaune formé par l'eau bromée dans la solution aqueuse de barbaloïne n'est pas cristallisable. En réalité, il se dépose de l'alcool à 60 pour 100 en aiguilles jaunes feutrées. Il diffère

(1) Nous publierons ailleurs les analyses des corps décrits dans cette Note.

par son aspect, sa solubilité dans l'alcool et son état d'hydratation du corps décrit jusqu'ici sous ce nom, corps que j'ai montré n'être autre chose que la tribromisobarbaloïne.

» *Aloïnes de l'aloès du Cap.* — Sous le nom de *capaloïne*, Treumann ([1]), puis A. Tschirch ([2]), ont obtenu des produits cristallisés encore peu étudiés. Ces aloïnes ne peuvent être préparées par les méthodes que j'ai indiquées pour le traitement des aloès des Barbades ou du Natal.

» On les obtient en agitant avec du chloroforme la solution concentrée de l'aloès du Cap dans l'alcool méthylique. Le liquide se sépare en deux couches. La couche inférieure est distillée; puis le dissolvant distillé est agité à nouveau avec la portion de l'aloès restée insoluble dans le chloroforme. On fait quatre à cinq traitements semblables. Les résidus poisseux provenant de l'évaporation des solutions chloroformiques sont amenés à consistance sirupeuse avec un mélange à volumes égaux de chloroforme et d'alcool absolu, puis le tout est abandonné en lieu frais. Après quatre à cinq jours, on recueille la masse cristalline, on l'essore et l'on purifie le produit par cristallisation dans l'alcool méthylique. Le rendement est voisin de 6 pour 100.

» Les premières portions de la cristallisation sont constituées par une aloïne en aiguilles jaune pâle, présentant tous les caractères de la barbaloïne pure décrite plus haut. Elle cristallise dans l'eau avec $3H^2O$. Son dérivé tribromé $C^{16}H^{13}Br^3O^7 + 3H^2O$ est tout à fait semblable à celui de la barbaloïne pure. Le dérivé chloré $C^{16}H^{13}Cl^3O^7 + 1\frac{1}{2}H^2O$ cristallise en prismes clinorhombiques.

» Ceux-ci, examinés par M. Wyrouboff, donnent

$$1,5480 : 1 : 1,3944$$

» L'angle $ph^1 = 97°26'$ et le dérivé chloré de la barbaloïne exempte d'isobarbaloïne

$$1,5242 : 1 : 1,4031$$

» L'angle $ph^1 = 97°$ avec les faces p, h^1, m, $b^{\frac{1}{2}}$, $a^{\frac{1}{2}}$.

» L'ancienne barbaloïne (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 235) possédait des formes très voisines avec

$$1,5448 : 1 : 1,3860$$

mais l'angle ph^1 était de 99°20' et, par conséquent, tous les angles étaient fort différents (M. Wyrouboff).

([1]) *Encyclopädie der Pharm.* de Geissler et Moeller, t. I, p. 263.
([2]) *Schweizerische Wochenschrift für Chem. u. Pharm.*, t. XXXVI, p. 451.

» Le dérivé triacétylé de la trichloraloïne de l'aloès du Cap est tout à fait identique avec celui de la trichlorobarbaloïne. Il forme des lamelles minces quadratiques. Les deux corps fondent à 164°-165°. Les cristaux sont anhydres dans les deux cas.

» Traitée par AzO^3H, selon Tilden (*Chem. News*, t. XXV, p. 344), l'aloïne de l'aloès du Cap donne, comme la barbaloïne, les acides aloétique, chrysammique et picrique. Les aloïnes des aloès du Cap et des Barbades réduisent la liqueur de Fehling à chaud et la solution ammoniacale de nitrate d'argent à froid. Elles peuvent même développer l'image latente photographique, mais elles ne présentent aucun avantage sur l'hydroquinone. Cependant, les papiers au gélatinobromure développés aux aloïnes donnent des épreuves possédant un ton jaune verdâtre atténué assez agréable d'aspect.

» Ce qui précède permet de conclure que l'aloès du Cap renferme une aloïne identique avec la barbaloïne de l'aloès des Barbades. Nous verrons prochainement que ce même aloès du Cap renferme une autre aloïne différente de celles que j'ai décrites jusqu'ici. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Solubilité du chlorure cuivrique dans les véhicules organiques* [1]. Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« Le chlorure cuivrique, $CuCl^2, 2H^2O$, se comporte comme un agent oxydant et chlorurant vis-à-vis des composés organiques; anhydre, il constitue un excellent agent déshydratant, polymérisant ou dépolymérisant, suivant les conditions. J'ai d'abord étudié ses solubilités dans les milieux organiques, au point de vue qualitatif et quantitatif.

» I. Alcools. — $CuCl^2, 2H^2O$ est très soluble dans l'alcool méthylique, facilement soluble dans l'alcool éthylique, assez soluble dans l'alcool propylique, un peu soluble dans les alcools isobutylique et amylique. Les liqueurs sont vert émeraude, vert clair, vert jaunâtre et jaunes. Le glycol ne dissout pas le sel à froid, mais le dissout facilement à chaud en vert clair. Même résultat pour la glycérine.

» *Aldéhydes.* — $CuCl^2, 2H^2O$ est insoluble à froid, soluble en bleu clair, à chaud, dans la paraldéhyde. $CuCl^2$, à chaud, dépolymérise partiellement la paraldéhyde. L'aldéhyde benzoïque ne dissout pas $CuCl^2, 2H^2O$.

» *Acides.* — L'acide formique cristallisable dissout une petite quantité du sel en

(1) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

vert clair. $CuCl^2, 2H^2O$ ne se dissout pas dans l'acide acétique cristallisable, à froid, mais se dissout, à chaud, en jaune verdâtre.

» *Éthers.* — Le chlorure cuivrique ne se dissout que très faiblement dans l'éther acétique; il est insoluble dans l'éther ordinaire et dans l'éther absolu.

» *Sulfure de carbone pur.* — $CuCl^2, 2H^2O$ y est insoluble à froid et à chaud.

» *Acétone.* — L'acétone pure dissout assez facilement le sel en jaune verdâtre.

» *Bases.* — La *méthylamine* en solution aqueuse à 30 pour 100 dissout le chlorure cuivrique, d'abord en violet, puis en bleu foncé; la *triméthylamine* ne le dissout pas ou presque pas. L'*aniline* et l'*ortho-toluidine* ne dissolvent pas le sel à froid; à chaud, elles sont oxydées et se colorent en brun foncé. La *méthylaniline,* en solution alcoolique, fournit dans les solutions très étendues du sel une opalescence blanc bleuâtre, et dans les solutions concentrées une coloration vert d'eau, puis un précipité verdâtre; il y a fluorescence blanc bleuâtre : à la longue, la couleur vert d'eau vire au gris foncé, puis au violet.

» *Alcaloïdes volatils.* — La *pyridine* pure dissout $CuCl^2, 2H^2O$ en bleu clair; la plus petite addition d'eau fait virer au bleu indigo. L'*α-picoline* pure dissout le sel en vert émeraude d'abord, puis en bleu foncé. La *pipéridine* ne dissout rien à froid.

» *Acétonitrile.* — $CuCl^2, 2H^2O$ se dissout assez facilement, à froid, en jaune foncé.

» *Carbures et dérivés.* — Le chlorure de méthylène, l'iodure d'éthyle, l'iodure de propyle ne dissolvent le sel, ni à froid, ni à chaud; même résultat avec le bromure d'éthylène. La benzine pure, le toluène, le xylène, la ligroïne légère, la nitrobenzine, l'essence de térébenthine ne dissolvent pas non plus le chlorure cuivrique.

» II. ALCOOL MÉTHYLIQUE PUR. — A $+20°$, 1 partie du sel se dissout dans 7 parties 3. A $+18°,9$, 1 partie du sel se dissout dans 7 parties 6.

» *Alcool éthylique à* 95°. — A $+20°,3$, une partie du sel se dissout dans 11p,6; à $+19°,6$, 1 partie du sel se dissout dans 11p,9.

» *Acétone pure.* — A $+22°,1$, 1 partie du sel se dissout dans 43p,6; à $+20°$, 1 partie du sel se dissout dans 44p,2.

» *Mélange d'alcool à* 98° *et d'eau* { Alcool = 90 parties / Eau distillée = 10 parties }. — A $+21°,8$, 1 partie du sel se dissout dans 9 parties; à $+23°$, 1 partie du sel se dissout dans 8p,5.

» { Alcool absolu = 80 parties / Eau distillée = 20 parties }. — A $+21°,8$, 1 partie du sel se dissout dans 6 parties; à $+20°,7$, 1 partie du sel se dissout dans 6p,2.

» { Acétone = 80 parties / Eau distillée = 20 parties }. — A $+23°$, 1 partie du sel se dissout dans 5p,3 du mélange. A $+21°,8$, 1 partie du sel se dissout dans 5p,6.

» { Acétone = 80 parties / Alcool méthylique = 20 parties }. — A $+23°,1$, 1 partie du sel se dissout dans 12 parties; à $+24°$, 1 partie du sel se dissout dans 11p,6.

» { Alcool méthylique = 10 parties / Alcool à 98° = 90 parties }. — A $+24°,2$, 1 partie du sel se dissout dans 5p,4; à $+25°$, 1 partie du sel se dissout dans 5p,1.

» { Alcool méthylique = 20 parties / Éther ordinaire = 80 parties }. — A + 24°,1, 1 partie du sel se dissout dans 15p,1 du mélange. A + 22°,4, 1 partie du sel se dissout dans 15p,7.

» { Alcool absolu = 80 parties / Éther ordinaire = 20 parties }. — A + 24°,1, 1 partie du sel se dissout dans 8p,8; à + 25°, 1 partie du sel se dissout dans 8p,5.

» *Mélanges d'eau et d'éther.* — On observe, pour différents mélanges, que le chlorure cuivrique se dissout peu à peu dans l'eau; l'éther se sépare et surnage incolore.

» *Alcool méthylique du commerce.* — A + 23°,9, 1 partie du sel se dissout dans 5p,4; à 23°, 1 partie du sel se dissout dans 5p,6.

» { *Pyridine* = 85 parties / Eau distillée = 15 parties }. — A + 24°,4, 1 partie du sel se dissout dans 63p,4 du mélange; à + 23°,6, 1 partie du sel se dissout dans 63p,7.

» { *Pyridine* = 60 parties / Eau distillée = 40 parties }. — A 27°,3, 1 partie du sel se dissout dans 26p,7 du mélange; à + 28°, 1 partie du sel se dissout dans 26p,2.

» { *α-Picoline* = 75 parties / Eau distillée = 25 parties }. — A + 26°, 1 partie du sel se dissout dans 51p,6; à + 25°,1, 1 partie du sel se dissout dans 52p,3.

» { *α-Picoline* = 70 parties / Eau distillée = 30 parties }. — A + 26°,1, 1 partie du sel se dissout dans 47p,3 du mélange.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition de l'albumen de la graine de Févier d'Amérique* (Gleditschia triacanthos *L.*, *Légumineuses*) (1). Note de M. **Maurice Goret**, présentée par M. Guignard.

« La structure de la graine de Févier d'Amérique est analogue à celle des graines de Canéficier (arbre qui fournit la casse des pharmacies) et de Caroubier. Cette graine se compose d'un testa assez dur, d'un albumen relativement abondant, fortement attaché au testa, et d'un embryon à cotylédons foliacés. La séparation de l'albumen est plus difficile que dans le cas des graines de Canéficier et de Caroubier. Pour l'effectuer, on est obligé de broyer légèrement, à l'aide d'une pince, le testa coriace; l'eau, dans laquelle on fait tremper les graines pendant quelques jours, pénètre alors l'albumen, qui se gonfle, ce qui permet de le séparer, au moyen d'un canif, du testa et des cotylédons, auxquels il n'adhère plus que très légère-

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Bourquelot.

ment. On dessèche à l'étuve à 35° l'albumen ainsi obtenu et on le réduit en poudre grossière; c'est en cet état qu'il a servi aux opérations décrites ci-après. Il contient encore en moyenne 10 pour 100 d'eau qu'on ne peut enlever qu'en le maintenant pendant plusieurs heures à l'étuve à la température de 100°.

» 1° On a effectué l'hydrolyse du produit en opérant d'après les indications données par MM. Bourquelot et Hérissey dans l'étude des graines de Caroubier et de Canéficier [1].

» Le mélange suivant a été soumis, à l'autoclave, à une température de 110° pendant une heure et demie :

Albumen séché à 35°	20gr (= 18gr d'albumen sec)
Acide sulfurique dilué à 3 pour 100.....	200cc

» La liqueur neutralisée et titrée à la liqueur de Fehling renfermait, après l'hydrolyse, 16gr,37 de sucre réducteur exprimé en glucose, soit, pour 100 d'albumen, 90,99 de sucre réducteur.

» Le résidu non hydrolysé a été recueilli, lavé à l'eau, à l'alcool, séché à l'étuve et pesé; son poids était de 0gr,550, soit de 3,05 pour 100.

» Une seconde hydrolyse a été effectuée sur de l'albumen séché complètement à l'étuve de Gay-Lussac à 100°; on a opéré à la même température et pendant le même temps que dans l'hydrolyse précédente, en changeant seulement les proportions relatives d'albumen, d'eau et d'acide :

Albumen sec..	2gr
Acide sulfurique dilué à 3 pour 100..........................	40cc

» L'analyse a donné 1gr,884 de sucre réducteur, soit 94,20 pour 100.

» 2° Après avoir déterminé la quantité de sucre réducteur que donnait à l'hydrolyse l'albumen de la graine de Févier d'Amérique, on a cherché quelles étaient la nature et la proportion des sucres formés.

» *a*. Des recherches qualitatives ont d'abord montré que les sucres réducteurs formés se composaient, au moins en partie, de galactose et de mannose.

» Le galactose a été isolé à l'état cristallisé. On a déterminé son pouvoir rotatoire :

$$(p = 0{,}905;\quad v = 15;\quad l = 2;\quad t = 20^\circ).$$

» Déviation observée au bout de cinq heures : $+9^\circ 32' = +9^\circ,53$, d'où

$$\alpha_D = \text{à } 20^\circ \frac{9{,}53 \times 15}{2 \times 0{,}905} = +78^\circ,97.$$

(1) Em. Bourquelot et H. Hérissey, *Sur la composition de l'albumen de la graine de Caroubier* (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 228 et 391; 24 juillet et 14 août 1899). — Em. Bourquelot, *Étude chimique et physiologique de l'albumen de la graine de Canéficier* (*Volume jubilaire de la Société de Biologie*, p. 388; 1900).

» Or la formule de Meissl ($\alpha_D = + 83,883 + 0,0785 P - 0,209 t$) donne pour le galactose à la température de $20° + 80°,176$.

» En outre, ce sucre, traité dans des conditions convenables par l'acide azotique étendu ($d = 1,15$), donnait de l'acide mucique.

» Le mannose, précipité d'abord à l'état de mannosehydrazone, a été régénéré à l'aide de l'aldéhyde benzoïque et finalement obtenu aussi à l'état cristallisé.

» *b*. Pour étudier la proportion dans laquelle se trouvent ces deux sucres dans les produits d'hydrolyse de l'hydrate de carbone de l'albumen de la graine de Févier d'Amérique, on a dosé le galactose à l'état d'acide mucique et le mannose à l'état de mannosehydrazone (¹) dans trois liqueurs contenant, la première 13gr,90 de sucre réducteur exprimé en glucose, la deuxième 12gr,336 (toutes deux sous un volume de 200cc), la troisième 3gr,830 (sous un volume de 50cc).

» La première a donné 9gr,76 de mannose, soit 70,21 pour 100 de sucre réducteur, elle a donné d'autre part 3gr,19 de galactose, soit 23,01 pour 100 de sucre réducteur; la deuxième a donné 8gr,24 de mannose, soit 66,79 pour 100 de sucre réducteur, elle a donné d'autre part 2gr,82 de galactose, soit 22,91 pour 100 de sucre réducteur; la troisième a donné 2gr,60 de mannose, soit 67,82 pour 100 de sucre réducteur, et d'autre part enfin 0gr,8799 de galactose, soit 22,97 pour 100 de sucre réducteur.

» 4° Enfin, on a étudié sur l'albumen l'action de la *séminase*, ferment soluble des graines de Légumineuses à albumen corné. Ce ferment a été obtenu à l'état de solution, selon la méthode de MM. Bourquelot et Hérissey (¹), en faisant macérer dans l'eau des graines de Luzerne germées.

» On a opéré sur un empois de poudre d'albumen desséché à l'étuve à 35°; cet empois a été préparé en maintenant quelque temps le mélange suivant au bain-marie bouillant :

Albumen........................	4gr
Fluorure de sodium...............	0gr,90
Eau distillée.....................	90cc

« Après refroidissement convenable, on a ajouté 10cc de macération de graines germées de Luzerne et l'on a porté le tout à l'étuve à 35°. Au bout d'une heure, la liquéfaction commençait à se produire; elle était complète au bout de trois jours. Le liquide a été alors filtré et essayé à la liqueur de Fehling; il contenait 1gr,602 de sucre réducteur. Les recherches ayant été poussées plus loin, on a trouvé que, comme dans l'hydrolyse par l'acide sulfurique, ce sucre réducteur renfermait à la fois du mannose et du galactose.

(¹) E. Bourquelot et H. Hérissey, *Sur le dosage du mannose mélangé à d'autres sucres* (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 339, 7 août 1899).

(²) Em. Bourquelot et H. Hérissey, *Sur les ferments solubles produits pendant la germination par les graines à albumen corné* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 42, 2 janvier 1900). — Em. Bourquelot et H. Hérissey, *Sur l'individualité de la* séminase, *ferment soluble sécrété par les graines de Légumineuses à albumen corné pendant la germination* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 340, 1900).

» De ces expériences on peut conclure, en premier lieu, que l'hydrate de carbone de réserve qui constitue la presque totalité de l'albumen de la graine de Févier d'Amérique est, comme celui de l'albumen des graines de Canéficier et de Caroubier, ou une mannogalactane, ou un mélange de mannane et de galactane. En effet, hydrolysé par l'acide sulfurique étendu, dans les conditions ci-dessus mentionnées, cet albumen fournit environ 90 pour 100 d'un mélange de sucres réducteurs paraissant à peu près exclusivement composé de mannose et de galactose; en second lieu, que cet hydrate de carbone, comme celui des deux graines citées plus haut, est hydrolysé par la *séminase*, c'est-à-dire par le ferment soluble que produisent en germant les graines de Légumineuses à albumen corné. »

EMBRYOGÉNIE. — *L'hermaphroditisme et la parthénogenèse chez les Échinodermes*. Note de M. C. **Viguier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« L'hermaphroditisme a été constaté chez toutes les Holothuries du groupe des Synaptes, où on l'a recherché. Parmi les Stellerides il n'est connu que chez l'*Amphiura squamata* et l'*Asterina gibbosa*. Toutefois les *Asterina* de Roscoff et de Banyuls ont montré un hermaphrodisme protandrique qui ne se retrouve pas chez les *Asterina* de Naples.

» Il y aurait donc des différences notables suivant les origines géographiques. Cuénot a également trouvé une seule fois à Roscoff un *Asterias glacialis* hermaphrodite et capable d'auto-fécondation. Il considère le fait comme une anomalie. C'est ainsi que l'on doit regarder l'hermaphrodisme du *Sphœrechinus granularis*. Car, sur le très grand nombre d'animaux qui m'ont passé entre les mains, je n'en ai rencontré qu'un seul, mais parfait et capable d'autofécondation. Il est toutefois à remarquer que les larves ainsi produites étaient très rares et présentaient dans leur développement un retard marqué sur les larves ordinaires. Quant à la parthénogenèse, elle n'a été signalée jusqu'ici, autant que je puisse le savoir, que chez l'*Asterina gibbosa*. Je suis en mesure de l'affirmer chez l'*Arbacia pustulosa* Gray, le *Strongylocentratus lividus* Brand et le *Sphœrechinus granularis* A. Agassy, dont les œufs ont été mis en culture à la station zoologique d'Alger, avec l'aide de M. Menant, préparateur au laboratoire de Zoologie.

» I. Pour l'*Arbacia*, il a été fait 9 cultures différentes : 4 le 16 mai, avec 1 femelle et 1 mâle chacune; elles ont été désignées par les lettres (A), (B), (C), (D). Le 17 mai, il a été fait 2 cultures complexes, comprenant chacune plusieurs femelles et

plusieurs mâles. La répartition en deux séries uniquement destinées à augmenter les chances de succès n'a été, du reste, que temporaire; les 2 cultures ont été réunies le lendemain, elles ont pris les lettres (E), (F). Le 21 mai, il a été fait 1 culture avec 23 femelles et 10 mâles, marquée (G). Le 29 mai, 2 cultures : une marquée (H) de 10 femelles et 8 mâles; l'autre marquée (I) de 9 femelles et 8 mâles.

» II. *Toxopneustes.* — Il a été fait 8 cultures; la première (A) du 5 mai est celle où a été découverte accidentellement la parthénogenèse.

» Le 11 mai, 2 cultures (B) et (C) de 1 mâle et 1 femelle.

» Le 16 mai, (D), 1 femelle et plusieurs mâles.

» Le 17 mai, (E), plusieurs femelles et plusieurs mâles.

» Le 26 mai, (H), 7 femelles et 8 mâles.

» Le 29 mai, (I), 12 femelles et 8 mâles.

» III. *Sphœrechinus.* — Il a été fait 8 cultures de cette espèce :

» Le 4 mai, culture (A), 1 femelle et 1 mâle.

» Le 5 mai, (B), 1 femelle et 1 mâle.

» Le 11 mai, (C), 1 femelle et 1 mâle.

» Le 11 mai, (C'), hermaphrodite.

» Le 23 mai, (D), 2 femelles et 5 mâles.

» Le 25 mai, (E), 3 femelles et 4 mâles.

» Le 26 mai, (F), 3 femelles et 6 mâles.

» Le 26 mai, (G), 2 femelles et 3 mâles.

» La parthénogenèse est rare et peut-être est-elle particulière à des races géographiques, comme celle que signalait M. Cuénot pour l'*Asterina gibbosa.* Je l'ai découverte tout à fait par hasard au cours d'autres recherches. Pour ne pas multiplier le nombre des cultures, j'ai été amené à faire des cultures complexes, dans lesquelles le nombre des femelles et des mâles n'était pas déterminé d'abord, mais l'a été ensuite.

» Pour les *Arbacia,* on n'a employé que les produits provenant des pontes naturelles et, pour les autres, ceux provenant de la dilacération des glandes génitales.

» Il va sans dire qu'on a opéré avec un matériel soigneusement lavé avec l'eau de mer filtrée et que les produits de chaque femelle et de chaque mâle étaient individuellement vérifiés au microscope.

» I. *Arbaccia,* 17 mai. — Les cultures (EF) ont donné le 18 des larves parthénogénétiques très rares tandis que les fécondés suivaient leur développement normal. La culture H du 29 mai a montré le 30 un commencement de segmentation chez un certain nombre d'œufs, les fécondés se développant normalement.

» La culture (I) du 29 mai a montré le 30 des larves mais fort rares et en retard sur celles provenant des œufs fécondés.

» La culture qui a donné les résultats les plus probants est la culture (G) du 21 mai. Dès le 22, les larves parthénogénétiques se montraient en aussi grand nombre que les larves provenant des œufs fécondés et ne présentaient pas encore de différence sensible. Dès le 23, les différences s'accentuent entre les larves fécondées et les parthénogénétiques. Chez les premières si beaucoup sont encore en retard et à l'état de gastrula de $0^{mm},07$ à $0^{mm},08$ de diamètre : des plutei commencent à se former et les grands bras des plus avancés ont de $0^{mm},16$ à $0^{mm},17$ du sommet de la larve à l'extrémité des bras. Chez les parthénogénétiques les gastrulas sont à des états de dévelop-

pement très divers; elles ont $0^{mm},07$ de diamètre et $0^{mm},09$ de hauteur; quelques-unes seulement commencent à prendre la forme de plutei de $0^{mm},07$ de haut sur $0^{mm},13$ de large. Quant aux fécondés, après vingt-deux heures on ne voit que de petites gastrulas, dont les plus avancées ont $0^{mm},07$ de diamètre et $0^{mm},09$ de haut. D'autres sont fort attardées et encore à l'état de blastulas de $0^{mm},04$ de diamètre. Le 24, la différence s'accentue entre les fécondés et les parthénogénétiques. Chez les premiers, on trouve des plutei à bras courts de $0^{mm},19$; les plus avancés ont des bras de $0^{mm},24$ à $0^{mm},30$. Chez les parthénogénétiques, outre qu'il y a toujours des œufs non segmentés, la plupart des larves ont $0^{mm},09$ de haut sur $0^{mm},13$ de large; quelques plutei sont plus développés et leurs grands bras atteignent $0^{mm},21$. Pour les fécondés, après vingt-quatre heures, où beaucoup d'œufs ne sont point développés, les plus avancés commencent à prendre la forme de plutei; mais les bras n'ont que $0^{mm},072$ de long (il semble que les *Arbacia* supportent mal le retard).

» Cette culture est abandonnée.

» Le 25, chez les fécondés, il y a encore des larves à tout les états, y compris celui de blastula et de plutei à bras courts de $0^{mm},16$; mais les plus avancés ont des bras de $0^{mm},30$ à $0^{mm},35$. Chez les parthénogénétiques il y a beaucoup de larves attardées et quelques gastrulas n'ont encore que $0^{mm},10$ de diamètre, par contre il y a un grand nombre de plutei; la longueur de bras variant de $0^{mm},14$ à $0^{mm},24$.

» Le 26, pour les fécondés, tous les plutei sont fort développés et à peu près de même taille, les bras des plus grands atteignant $0^{mm},38$; pour les parthénogénétiques, on trouve des larves à tous les états et en majorité fort attardées, et les plus grands plutei ont des bras de $0^{mm},24$.

» Une différence remarquable entre les fécondés et les parthénogénétiques est que l'angle formé par les bras des premiers est en moyenne de 37°, tandis que l'angle des bras des parthénogénétiques est en moyenne de 78°.

» II. Pour les Toxopneustes, nous avons dit que la première culture (A), où la parthénogenèse avait été d'abord constatée, était exclue de ces mesures. La culture (B) du 11 mai a montré quelques larves parthénogénétiques très rares, tandis que la culture (C) n'en montrait aucune. Pour l'une comme pour l'autre, les fécondés suivaient leur développement normal.

» La culture (D) du 16, faite avec une seule femelle, n'a pas montré des parthénogénétiques, tandis que les cultures (E) du même jour, faites avec plusieurs, en a montré quelques-unes. Les fécondés se développent. Les meilleures cultures ont été (FG) du 17 et la culture (H) du 26. Toutes donnant des larves parthénogénétiques en grand nombre et des larves pouvant être en avance sur les fécondés.

» III. *Sphærechinus granularis.* — Les séries A, B, C, G ne donnent pas de larves parthénogénétiques, bien que les œufs fécondés se développent normalement.

» La série (E) du 25 n'a donné qu'une ou deux larves parthénogénétiques, tandis que les fécondés se développaient. La série (F) du 26 était formée d'œufs dont beaucoup n'étaient pas mûrs; quelques larves seulement et des segmentations par les fécondés; rien parmi les parthénogénétiques. La série la plus intéressante est la série D du 23. Dès le 24, les larves parthénogénétiques et les fécondés sont au même état de gastrulas de $0^{mm},13$ à $0^{mm},14$ de diamètre, mais la hauteur parmi les parthénogénétiques est de $0^{mm},8$ au lieu de $0^{mm},12$ à $0^{mm},14$ chez les fécondés. On retrouve, les

jours suivants, une certaine avance des larves parthénogénétiques sur les autres; c'est le seul cas du genre constaté chez les *Sphærechinus*.

» *Conclusion.* — Les trois espèces d'Oursins que j'ai pu étudier étant susceptibles de se développer parthénogénétiquement, bien que rarement et dans des conditions que nous ne saurions déterminer complètement encore, ces animaux se trouvent complètement disqualifiés pour des recherches du genre de celles publiées par M. Lœb [*On the nature of the process of fertilization and the artificial production of normal larvoe* (*pluplei*) *from the un fertilized eggs' of the sea urchin* (*American Journal of Physiology*, vol. III, october 2, n° 3; 1899)], sur lesquelles je reviendrai dans une prochaine publication. »

ZOOLOGIE. — *Étude sur l'appareil digestif du* Brachytrupes achatinus, *Stoll* (1). Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« L'appareil digestif du *Brachytrupes achatinus*, complètement déroulé, dépasse environ deux fois et demie la longueur du corps de l'Insecte. Sa partie moyenne est contournée et décrit deux tours de spire presque concentriques : disposition un peu différente de celle présentée par l'intestin du *Br. membranaceus*. De plus, cet organe est encore caractérisé : 1° par la structure du gésier, qui est pourvue d'une forte armature chitineuse interne composée de six rangées de dents très aiguës qui font de cet organe un appareil masticateur de premier ordre, dépassant en puissance celui de tous les autres Orthoptères, et 2° par la disposition et le mode d'embouchure des tubes de Malpighi, qui s'ouvrent dans un réceptacle (*vessie*) tubuleux et bifide, qui se continue par un conduit excréteur impair (*urètre*), cylindrique et peu sinueux, débouchant directement à la partie antérieure de l'intestin terminal.

» Les *glandes salivaires*, bien que indépendantes du tube digestif, doivent cependant être décrites en quelques mots à cause de leur volume et de leur structure. Ces organes sont pairs, volumineux et disposés en grappes ramifiées, terminées par des *acini* pluricellulaires, ovoïdes ou cylindriques. Ils entourent l'œsophage, les parois latérales du jabot ou sont appliqués contre les parties sternales des segments thoraciques, au-dessus du système ner-

(1) Le Mémoire complet, *Contribution à l'histoire naturelle des Gryllidæ*, 100 p. et 40 fig., sera inséré dans les *Annales de l'Institut colonial de Marseille*, 1900.

veux. La masse ventrale est de beaucoup la plus volumineuse. Les divers canalicules et canaux se fusionnent de façon à ne former, de chaque côté, qu'un conduit excréteur unique qui se jette finalement dans un *réservoir salivaire*. Ce dernier est cylindrique, peu sinueux, entouré par les *acini* glandulaires, et présente une structure qui rappelle celle des tubes trachéens. Il se continue par un court conduit efférent qui va déboucher à la base de la mâchoire correspondante, un peu en arrière de la mandibule située du même côté.

» Le *pharynx* fait directement suite à la cavité buccale et a la forme d'un infundibulum élargi en avant et rétréci en arrière. Il est suivi par un *œsophage* très court. Leurs parois sont recouvertes d'une *intima* chitineuse interne portant de très fines denticulations.

» Le *jabot* est une vaste poche mesurant près de 12^{mm} de longueur. Sa moitié antérieure est presque cylindrique, tandis que son extrémité postérieure forme un large cæcum situé latéralement. Ses parois sont plissées, et vers l'extrémité postérieure de la face ventrale existe une aire où les plissements sont longitudinaux, perpendiculaires aux premiers et dirigés vers un petit orifice circulaire faisant communiquer le jabot au *pédoncule cylindrique* placé en avant du gésier.

» La partie la plus curieuse à étudier du tube digestif du *Brachytrupes* est, sans contredit, le *gésier*. C'est un organe globuleux, presque régulièrement sphérique et prolongé, en avant, par un appendice tubuleux qui l'unit à l'extrémité postéro-inférieure du jabot.

» Le *gésier*, indépendamment de sa forme, de sa puissante et épaisse musculature, contient intérieurement *six* rangées longitudinales de dents qui font de cet organe un appareil broyeur et triturant par excellence. Nulle part, chez les autres Orthoptères, sauf peut-être chez la *Gryllotalpa*, on ne trouve une pareille complication de dents et denticules.

» Chaque rangée ou *colonne longitudinale* est séparée de ses voisines par deux tigelles latérales et comprend, en moyenne, de 15 à 18 rangées transversales parallèles, portant chacune une forte dent médiane à trois branches et deux dents latérales tronconiques. Chaque *dent médiane* comprend trois branches ou pointes : une centrale et deux latérales. La branche centrale affecte une forme triangulaire; elle est très forte, de nature chitineuse et recourbée en arrière. Son extrémité libre se termine par une pointe simple ou double, et ses bords latéraux sont garnis de denticulations, courtes et acérées, au nombre de 8 à 10, et disposées à la façon des dents de scie. Les branches latérales sont beaucoup moins fortes que la médiane. Elles sont courtes, larges, concaves vers le haut et denticulées sur leur bord.

La dent tout entière se prolonge dans la musculature du jabot par une double racine chitineuse.

» Les *dents latérales* sont à peu près en même nombre que les médianes. Ce sont des tubercules pyramidaux, à base rectangulaire élargie et terminés, à leur sommet, par une pointe conique, très dure et de nature chitineuse.

» Chacune des six colonnes dentaires va peu à peu en diminuant de diamètre au fur et à mesure qu'elle se rapproche de l'intestin moyen. Les dents changent ensuite brusquement de forme et de structure et se continuent par de petits bourrelets chitineux, formant *six valvules,* disposées régulièrement à l'entrée de l'intestin moyen. Le *gésier,* par sa puissante armature chitineuse interne, constitue donc un *appareil masticateur* fort compliqué, ayant surtout pour fonction de compléter l'action triturante des mâchoires et des mandibules.

» L'*intestin moyen,* qui vient ensuite, porte, à son origine, deux volumineux *cæcums* ou *appendices intestinaux,* larges, aplatis verticalement, recouvrant les parois latérales du gésier et ne laissant libres que les faces supérieure et inférieure. L'un de ces cæcums (le gauche) porte deux diverticules sphériques postérieurs. L'intestin moyen est remarquable par sa longueur, par les deux replis spiralés qu'il décrit, par son diamètre et surtout par la structure histologique de ses parois.

» L'*intestin terminal* débute par une partie rétrécie dont les replis sont perpendiculaires à ceux de la région antérieure. Le tube se dilate ensuite, passe sous les tours de spire formés par la partie médio-intestinale, se dirige finalement en arrière et se rétrécit ensuite pour se dilater de nouveau et former une poche ovoïde appelée *rectum.* Autour de ce dernier existent six bandelettes longitudinales, constituant les *glandes rectales.*

» C'est vers la partie antérieure de l'intestin terminal, un peu en arrière de l'intestin moyen, que vient déboucher le conduit excréteur impair des *tubes de Malpighi.* Ce canal s'ouvre au sommet d'une courte papille, recouverte en partie par les replis intestinaux. C'est un tube cylindrique, légèrement sinueux, qui s'élargit et se bifurque à son extrémité libre et donne ainsi naissance à deux cæcums tubuleux, plus ou moins allongés et légèrement arqués, dans lesquels viennent déboucher les tubes de Malpighi. Ces derniers sont cylindriques, minces, longs, sinueux, de couleur blanchâtre et forment, à la surface du réceptacle urinaire, un chevelu inextricable. Ces deux tubes collecteurs peuvent être comparés à *une vessie urinaire* et le conduit excréteur impair est l'homologue d'un *urètre.*

» Cette disposition, très caractéristique, est toute différente de celle

qu'on observe chez les autres *Gryllidæ*. En effet, le réservoir collecteur des tubes de Malpighi des divers *Gryllus* est cordiforme; celui de la *Gryllotalpa* se prolonge par deux cæcums tubuleux, et enfin, chez les *Brachytrupes,* le conduit vecteur unique des tubes urinaires, non seulement se dilate légèrement à son extrémité libre, mais encore se ramifie et donne naissance à deux réservoirs longs et cylindriques.

» Au point de vue histologique, l'*urètre* (*Gryllotalpa, Brachytrupes,* etc.) comprend : 1° une enveloppe musculaire épaisse, formée par des fibres longitudinales externes et circulaires internes; 2° une assise cellulaire chitinogène, et 3° une *intima* chitineuse interne plissée. Le lumen central est irrégulier et étoilé. Le *réceptacle urinaire* est entouré d'une mince membrane musculaire et est recouvert intérieurement par un épithélium formé par de hautes cellules cylindriques, pourvues de gros noyaux, très apparentes et nettement séparées les unes des autres par des parois latérales. »

MINÉRALOGIE. — *La prehnite considérée comme élément constitutif de calcaires métamorphiques*. Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« La *prehnite* ne joue aucun rôle pétrographique essentiel dans les gisements où elle est actuellement connue; c'est un minéral d'origine filonienne (fentes de roches diverses, mais particulièrement de roches basiques; filons métallifères) ou de nature secondaire, empruntant dans ce dernier cas ses éléments constitutifs aux minéraux dont elle occupe la place, notamment aux feldspaths dans les roches basiques ([1]).

» Il n'en est plus de même pour le nouveau genre de gisement dont la description fait l'objet de cette Note. La prehnite y joue en effet le rôle d'élément constitutif de calcaires métamorphiques, observés sur de grands espaces; elle donne à ces roches un caractère tout spécial.

» Ces calcaires abondent dans la vallée du Bastan ou de Barèges (Hautes-Pyrénées). Cette vallée, dirigée sensiblement E.-N.-E., se trouve sur la lisière septentrionale du massif granitique de Néouvielle. Elle est taillée dans les assises calcaréoschisteuses du dévonien, qui constituent en avant

---

([1]) Je citerai notamment l'abondance de la prehnite associée au grossulaire et parfois à l'albite comme produit d'altération des feldspaths de la diorite, dont les filons minces traversent la *picrite* d'Adé (Hautes-Pyrénées).

du granite les pics aigus d'Espade, de Campana, de la Piquette déras lids. Une série de ravins N.-N.-O. (ravins d'Ourditz près du col du Tourmalet, de Campana, d'Espade, de Lienz) entaillent ces couches sédimentaires perpendiculairement à leur direction et se prolongent dans le granite lui-même. Ces ravins fournissent, par suite, de nombreuses coupes parallèles dans lesquelles il est possible de suivre pas à pas l'action progressive du métamorphisme de contact du granite.

» Quand on part des assises intactes, à 700^m ou 800^m du granite, pour atteindre celui-ci, on voit que les calcaires, tout en conservant leur abondant pigment charbonneux, se chargent progressivement de grains microscopiques de zoïsite, de grenat, puis ces minéraux deviennent plus distincts, macroscopiques, les grenats présentent la forme de petits rhombododécaèdres (pyrénéite).

» On voit alors apparaître des cristaux d'orthose, d'axinite. Le pigment charbonneux devient de moins en moins abondant à mesure que la cristallinité augmente; il disparaît complètement quand les calcaires sont devenus marmoréens. A ce moment, le grenat, en énormes cristaux, est accompagné de pyroxène, d'épidote, etc.; de plus, les cornéennes, résultant du métamorphisme des lits calcaires et siliceux qui accompagnent les calcaires, au lieu d'être compacts comme dans la zone carburée, présentent une cristallinité très grande, ils s'enrichissent en orthose, en albite; c'est enfin dans cette zone décarburée de contact immédiat que se trouvent les grandes masses de roches à axinite (*limurites*) dont je me suis occupé dans une précédente Communication (¹).

» Au voisinage du col du Tourmalet et particulièrement à l'entrée des ravins d'Ourditz et de Campana, les calcaires carburés, dans lesquels commencent à apparaître les cristaux distincts de pyrénéite, sont extrêmement riches en petites masses lenticulaires, parfois très régulières et que l'on pourrait prendre au premier abord pour des fossiles. Elles ont de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre; sur les surfaces exposées à l'air, elles présentent un aspect rugueux et comme scoriacé. Quand leurs formes sont nettes, on voit que ces petites lentilles sont constituées par des empilements de lames, à axes imparfaitement parallèles; parfois on les voit groupées d'une façon régulière, comme les feuillets d'un livre, autour d'un axe commun, formant ainsi des rosettes d'une remarquable régularité.

» L'examen microscopique montre qu'en général les lentilles qui nous occupent ne

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 673; 1898.

sont pas homogènes; elles sont constituées par des grains de zoïsite sans orientation optique commune; elles constituent donc des pseudomorphoses.

» De loin en loin, on voit cependant un minéral à orientation uniforme, englobant pœcilitiquement tous ces grains de zoïsite; enfin dans quelques points j'ai trouvé ce même minéral intact englobant en grand nombre de petites plages de calcite. Il possède un clivage parallèle à l'aplatissement; sa bissectrice aiguë est positive et normale à l'aplatissement : $2E = 120°$ environ.

Dans les sections perpendiculaires à l'aplatissement, l'extinction se produit suivant les traces du clivage; la biréfringence maximum que je n'ai pu mesurer exactement, faute de sections convenablement orientées, atteint 0,03.

» Le minéral purifié autant que possible a une densité voisine de 2,9; il est fusible au chalumeau en un verre blanc bulleux, donne de l'eau dans le tube à haute température; il est insoluble dans les acides avant calcination, ne contient que de la silice, de l'alumine et de la chaux.

» Tous ces caractères concourent à le faire considérer comme une variété de prehnite, dont la forme rappelle celle de la *koupholite*, trouvée dans les fentes des cornéennes de la Piquette déras lids.

» Dans la zone décarburée de la même région, j'ai recueilli de la prehnite en masses lamellaires associées à de l'orthose au milieu des calcaires marmoréens.

» La formation de prehnite dans des calcaires métamorphiques et son association avec du grenat grossulaire s'explique aisément par la parenté chimique de ces deux minéraux; on peut, en effet, considérer la prehnite comme le sel acide $[SiO^4]^3Al^2Ca^2H^2$ d'un orthosilicate dont le sel neutre $[SiO^3]^3Al^2Ca^3$ est le grossulaire.

» Il est probable toutefois que, si la prehnite n'a pas encore été observée dans de semblables conditions, cela tient au défaut de stabilité de ce sel acide dans un milieu, très calcaire et en même temps alumineux et de la facilité avec laquelle il perd sa molécule d'hydrogène pour se transformer en zoïsite $[SiO^3]^3Al^2Ca^2[Al.OH]$ et sans doute aussi en grossulaire; il me semble, en effet, probable que bien des grains de grenat dépourvus de formes géométriques qui accompagnent notre prehnite doivent être le résultat d'une pseudomorphose de ce genre.

» Comme conclusion d'un ordre plus général, la production de la prehnite au sein d'un calcaire métamorphique et la formation de ce minéral dans les fentes des roches métamorphiques de la même région apportent un nouvel argument à ceux que j'ai déjà tirés de l'existence, dans les mêmes conditions, d'axinite, d'orthose, d'albite, etc., pour démontrer l'identité d'origine des actions pneumatolitiques *endiguées* dans les fissures des roches métamorphiques pour produire des *minéraux filoniens*, ou *dif-*

fusées dans les sédiments eux-mêmes pour donner naissance aux *phénomènes de contact* des roches éruptives. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les combinaisons des nucléines avec les composés métalliques, les alcaloïdes et les toxines* (¹). Note de M. **H. Stassano**, présentée par M. Armand Gautier.

« Le mercure que j'ai isolé des nucléines des organes d'animaux empoisonnés par le sublimé (²) s'y trouve à l'état de véritable combinaison, ainsi que le prouvent les réactions suivantes :

» 1. Le sulfhydrate d'ammoniaque ne produit immédiatement aucun changement dans une solution de ces nucléines; ce n'est que très lentement qu'apparaît au fond du tube à essai où l'on opère un petit dépôt de sulfure de mercure; il augmente sensiblement à partir de vingt-quatre heures, mais il ne représente pas la totalité du mercure contenu dans la solution nucléinique.

» 2. L'électrolyse accélère beaucoup la séparation du mercure des nucléines, en la rendant complète; cependant, la fixation du mercure au pôle négatif n'est pas aussi rapide que si ce métal s'y trouvait à l'état libre; sa séparation ne s'effectue qu'au fur et à mesure de la décomposition des nucléines par le courant.

» 3. L'hématoxiline, en solution aqueuse (le réactif de Macallum pour les composés organiques de fer), est troublée et précipitée par le bichlorure de mercure dissous dans de l'eau ou dans du sérum sanguin; elle reste, par contre, inaltérée, gardant sa coloration rouge violet, dans une solution de nucléines contenant du mercure.

» De même, le sulfhydrate d'ammoniaque ne met que lentement en liberté l'arsenic des nucléines des tissus d'animaux empoisonnés par l'acide arsénieux; le sulfure d'arsenic se précipite difficilement.

» J'ai trouvé que ce même réactif, dans le même temps, enlève aux nucléines le fer fixé expérimentalement dans les tissus vivants. Il semble donc que ces différents composés nucléiniques ont le même degré de stabilité, quel que soit le sel métallique entré dans la combinaison.

» Par rapport au sulfhydrate d'ammoniaque, la stabilité de ces combinaisons nucléiniques tient le milieu entre celle de l'hématogène et celle de l'hématine et des autres nucléines ferrugineuses naturelles, qui résistent toutes à l'action du sulfure d'ammonium (*Bunge*).

(¹) Travail des laboratoires de Toxicologie de la Préfecture de police et de Physiologie de la Sorbonne.

(²) *Comptes rendus*, juin 1900.

» L'éther en milieu alcalin extrait en quelques minutes la strychnine et la morphine des nucléines qui les contiennent. En soumettant à l'électrolyse les solutions des composés nucléiniques de ces alcaloïdes, on constate la mise en liberté du sel toxique parallèlement à celle de l'acide phosphorique des acides nucléiniques en voie de décomposition : signe évident de la présence dans les nucléines des alcaloïdes à l'état de combinaison.

» Pour obtenir rapidement les alcaloïdes des tissus, il est inutile de les extraire des nucléines auxquelles ils se trouvent combinés. La séparation des nucléines par la digestion pepsique demande deux jours environ. La préparation des nucléoalbumines par le procédé d'Halliburton se fait, au contraire, en moins d'une heure. L'éther alcalin, ou tout autre dissolvant, extrait aussi parfaitement les alcaloïdes des nucléoalbumines que des nucléines.

» Le procédé d'Halliburton est expéditif. On hache finement le tissu et l'on broie autant que possible le mélange avec du chlorure de sodium à poids égal. Les nucléoalbumines se solubilisent et abandonnent les parois cellulaires pour passer dans la solution concentrée de sel : un contact d'une demi-heure suffit. Si l'on jette alors la bouillie saline dans une grande quantité d'eau, la teneur en sel de la solution diminuant notablement, les nucléoalbumines se séparent et montent à la surface du liquide, où elles forment une couche blanche, très facile à recueillir. Dans leur rapide ascension, elles entraînent d'autres albuminoïdes, des fragments même de tissus, mais on peut aisément les débarrasser de ces impuretés en les lavant à grande eau, puis en les disssolvant dans une solution de carbonate de soude (de 1 à 5 pour 100) et les précipitant par l'acide acétique (solution à 10 pour 100). En répétant deux fois ce traitement, on obtient un produit assez pur, ayant toutes les propriétés des nucléoalbumines.

» C'est grâce à la connaissance de l'intervention prépondérante des noyaux des cellules dans l'absorption, et à la rapidité du procédé Halliburton, que j'ai pu tenter l'extraction des toxines des tissus, extraction demeurée jusqu'à présent irréalisable. J'ai commencé par la recherche de la ricine, considérant que cette toxine végétale, de nature moins délicate que les toxines bactériennes, résisterait sans doute mieux à mes premiers essais. Les difficultés rencontrées n'ont pas été aussi nombreuses que je le prévoyais.

» De 500^{gr} de foie, rate et reins d'un chien injecté dans les veines avec un demi-gramme de ricine, j'ai obtenu une quantité assez grande de nucléoalbumines, lesquelles m'ont donné une dissolution très chargée dans environ 200^{cc} de solution de carbonate de soude à 1 pour 100. Un demi-centimètre cube de cette dissolution a tué des souris en moins de douze heures, avec l'intense hypérémie intestinale de l'empoisonnement ricinique : le sang du cœur était stérile. Cette solution passant à travers la bougie Chamberland, pour la rendre aseptique, devient excessivement étendue, parce que les

nucléoalbumines filtrent très mal; cependant, elle tue encore les souris en trois à quatre jours à la dose de $1^{cc},5$. Les souris témoins, injectées avec une dose plus forte (2^{cc}) d'une solution de nucléoalbumines identiques mais exemptes de combinaison toxique, ont survécu à l'épreuve.

» J'ai cherché à dégager, par l'électrolyse, la ricine à laquelle cette solution doit sûrement sa toxicité. Un léger courant, pendant une à deux heures, suffit à la décomposition de 20^{cc} à 30^{cc} de solution filtrée de nucléoalbumines; on y ajoute une goutte de sulfure alcalin; le début de l'opération est marqué par l'apparition de l'acide phosphorique; la fin est indiquée par le fait qu'on ne retrouve plus de substances précipitables par l'acide acétique lorsque les nucléines, puis les acides nucléiniques, ont été décomposés entièrement.

» Pour séparer la ricine du phosphore et de tous les dérivés albuminoïdes de décomposition des nucléoalbumines riciniques, je l'ai précipitée par l'alcool, réactif qui offre, en plus, l'avantage de séparer en milieu neutre, en les rendant insolubles, la plupart des albuminoïdes.

» Lorsque la décomposition par l'électrolyse d'une solution de nucléoalbumines est terminée, le liquide qui reste est neutralisé s'il est nécessaire. On ajoute alors à ce liquide trois à quatre volumes d'alcool concentré. Vingt-quatre heures après on décante le précipité contenant à la fois la ricine et les albumines coagulées. On évapore le reste d'alcool qui mouille le précipité et l'on reprend celui-ci par de l'eau salée qui dissout la ricine, mais non les albuminoïdes dont il fallait se débarrasser.

» Cette solution de ricine, qu'on aseptise par filtration à la bougie, est très active : 6^{cc} tuent un cobaye de 500^{gr} en moins de douze heures.

» Appliquant ce même procédé à la recherche de la toxine du tétanos, je suis parvenu à retirer des nucléoalbumines tétanigènes, soit des organes d'un chien injecté six heures seulement avant d'être sacrifié, soit des organes d'un chien tué vingt-quatre heures après l'injection : les deux chiens ont été injectés dans les veines et à dose massive. L'un des deux, pesant 12^{kg}, a reçu 10^{cc} d'une toxine fraîchement préparée à l'Institut Pasteur, tuant les souris à la dose de $\frac{1}{1000}$ de centimètre cube et les cobayes à celle de $\frac{1}{100}$ de centimètre cube. Les organes dont je me suis servi pour ces essais ont été le foie, la rate et les reins. Les solutions de nucléoalbumines tétaniques obtenues ont tué les souris à la dose de $1^{cc},5$ en trois, quatre ou cinq jours. En reprenant le précipité de toxine tétanique, obtenu en traitant par l'alcool le résidu de la solution électrolysée par un volume de solution physiologique égale à celui de la solution organique décomposée, j'ai disposé d'un liquide presque aussi toxique que le premier.

» Je pense que le procédé que je viens de décrire pour isoler les deux toxines du ricin et du tétanos permettra, à peu de différence près, d'extraire des tissus animaux les autres toxines végétales ou bactériennes et les albumoses en général. »

MICROBIOLOGIE. — *Colorabilité élective des filaments sporifères du* Spirobacillus gigas *vivant, par le bleu de méthylène.* Note de M. **A. Certes**, présentée par M. Roux.

« Depuis mes expériences et celles de Brandt et d'Henneguy, qui datent de 1881, on sait que le protoplasma *vivant* peut absorber certaines couleurs d'aniline. Il ne semble pas, cependant, qu'en dehors des observations que j'ai présentées au Congrès de l'Afas à Nancy ([1]) (1886), l'action des substances colorantes sur les microbes *vivants* ait été étudiée par les biologistes. Dans la Note présentée au Congrès de Nancy, je résumais mes recherches sur ce point, ainsi qu'il suit :

» Je n'ai pas encore parlé de l'effet de ces divers colorants sur les microbes vivants. C'est qu'en effet l'analyse et l'interprétation des phénomènes constatés sont particulièrement difficiles. Certains microbes meurent et se colorent; d'autres se colorent et continuent à se mouvoir; d'autres enfin, les uns mobiles, les autres immobiles, ne se colorent pas... Je dois cependant signaler un fait intéressant qui a toute la netteté désirable.

» Les microbes très variés de l'intestin du crapaud commun restent mobiles et se colorent, pour la plupart, en bleu avec le bleu C2B et le violet Dahlia 170, en vert avec le vert acide et le malachite-Grün, mais avec cette particularité que, dans les bâtonnets où il y a des spores, la coloration se concentre sur les spores, tandis qu'elle est diffuse dans les bâtonnets qui n'en ont pas. Il semble donc qu'on soit en présence d'un mode de reproduction nucléaire et que les spores soient le produit de la condensation de la matière chromatique diffuse dans les bâtonnets qui ne sont pas en voie de sporulation ([2]).

» La difficulté de faire des observations de coloration *élective*, bien précises, sur des filaments aussi ténus que ceux des microbes s'est trouvée résolue lorsque j'ai eu découvert, en 1889, le *Spirobacillus gigas* des citernes d'Aden, dont la longueur, non déroulé, peut atteindre exceptionnellement 400^{μ} et facilement 150^{μ} et 160^{μ} et dont le nombre de tours de

---

([1]) *De l'emploi des matières colorantes dans l'étude physiologique et histologique des infusoires, des microorganismes et des éléments anatomiques vivants.* Cf. aussi *Comptes rendus hebdomadaires de la Société de Biologie*, séances des 17 mars 1885 et 21 avril 1886

([2]) Ces conclusions sont à rapprocher de celles formulées par le professeur Künstler dans une Note récente : *Remarques sur certains points de l'histoire de la vie des organismes inférieurs* (*Comptes rendus,* 21 mai 1900, p. 1416).

spires varie de 2 à 20, 40, 100, parfois même 130 et 140. La largeur des spires est de 4^{μ} à 6^{μ}. Avec cet organisme, qui ne se rencontre jusqu'ici que sur les côtes du golfe d'Aden, la difficulté est d'obtenir des cultures et non de voir, même à des grossissements relativement faibles, les réactions qui se produisent. Les cultures ne réussissent pas, même à l'étuve, pendant les mois d'hiver. Le *Sp. gigas* est saisonnier; il ne pousse guère, du moins sous notre climat, que de juin à septembre. De plus, les sédiments qui m'ont été obligeamment rapportés en 1889 et 1890 par le Dr Jousseaume ne sont plus revivifiables. Fort heureusement, ceux de 1893 (1), dont les cultures étaient restées stériles en janvier et février derniers, ont fort bien réussi en juin, ce qui m'a permis de reprendre et de contrôler mes expériences de coloration sur les Spirobacilles.

» Placés dans une solution faible de bleu de méthylène, ces organismes se colorent en bleu et continuent à se mouvoir, au début, avec la même agilité. La survie des individus colorés peut se prolonger jusqu'au lendemain, à la chambre humide, si l'on a soin de ne pas les priver d'oxygène par l'interposition d'un cover (2). L'action du réactif est fort différente suivant le stade de l'évolution des spirobacilles. Dans les deux ou trois premiers jours de leur apparition dans les cultures, les individus *vivants,* de toute taille, sont entièrement et uniformément colorés en bleu comme les individus immobiles. Dès que la période de sporulation commence, à côté d'individus entièrement colorés on constate la présence d'individus de diverses tailles, colorés partiellement et de la manière la plus nette. En d'autres termes ainsi que le montre le dessin (3), on trouve, dans un même individu, des anneaux colorés juxtaposés à des anneaux incolores, groupés de la manière la plus variée et sans règle fixe apparente (4).

---

(1) Ces derniers sédiments viennent d'Obock et de Djibouti.

(2) C'est ainsi que des préparations tout à fait démonstratives ont pu être placées sous les yeux des membres de la Société zoologique de France dans la séance du 26 juin 1900.

(3) Cette Planche sera publiée ultérieurement.

(4) Exemples, extraits de mes notes de laboratoire :

A.	30	anneaux colorés dont un seul, le 6e, non coloré.	D.	4	anneaux colorés.	F.	4	anneaux incolores.
				2	» incolores.		15	» colorés.
				8	» colorés.		5	» incolores.
B.	1	anneau coloré.		12	» incolores.		4	» colorés.
	2	» incolores.		9	» colorés.		4	» incolores.
							2	» colorés.
Total...	33	anneaux.	Total...	35	anneaux.	Total...	34	anneaux.

» Les individus sporifères qui apparaissent peu après dans les cultures donnent la clef de ces phénomènes de coloration élective qui acquièrent alors d'autant plus de netteté que les individus sont plus gros, que les tours de spire des anneaux dans lesquels se forment les spores sont toujours moins serrés et que ces spirilles sporifères se meuvent plus lentement avec des mouvements en zigzag qui facilitent l'observation. On voit ainsi que les spores, bien que restées réfringentes, ont, sauf de rares exceptions, absorbé la matière colorante, que les filaments qui les portent sont, en général, plus faiblement colorés, parfois même incolores, et que dans les individus dont les spores sont localisées à une extrémité ou sur un point déterminé du filament, les anneaux qui ne portent pas de spores sont presque toujours incolores. Tout se passe donc selon mes prévisions de 1886 et comme si la matière chromatique d'abord diffuse s'était condensée pour former les spores.

» Ces expériences délicates ne réussissent bien qu'à la condition d'user de matières colorantes bien déterminées (¹) en solution très faible et toujours au moment précis où apparaissent les premiers individus sporulés. Les phénomènes décrits dans cette Note ne sont bien visibles que sur le vivant. Les organismes tués se colorent rapidement d'une manière uniforme et il est extrêmement difficile d'obtenir des préparations fixées dans lesquelles la coloration différentiée soit tout à fait nette. »

VITICULTURE. — *Un remède préventif contre la maladie mannitique des vins.* Note de M. P. Carles.

« En 1891, nous avons indiqué que la mannite existait parfois en abondance dans certains vins de l'Algérie. Ce fait reçut au début plusieurs

C.	4 anneaux colorés.	E.	2 anneaux incolores.	H.	7 anneaux sporulés bleuâtres.
	8 » incolores.		2 » colorés.		4 anneaux incolores.
	3 » colorés.		8 » incolores.		
			3 » colorés.		6 » colorés.
			9 » incolores.		8 » incolores.
			2 » colorés.		2 » avec spores légèrement colorés.
			4 » incolores.		
Total...	15 anneaux.	Total...	30 anneaux.	Total...	27 anneaux.

(¹) Le bleu d'Ehrlich et les bleus de méthylène chimiquement purs de Grubler et de Höchst, par exemple.

interprétations; mais on reconnut vite qu'il était la conséquence d'une fermentation vicieuse et que ce vice coïncidait avec une surélévation de température à la cuve. Pendant ce temps, M. Blarez trouvait aussi une quantité notable de mannite dans quelques vins de la Gironde purs et d'autres chimistes dénonçaient le même fait dans d'autres pays. Tous ces vins avaient des allures maladives.

» Au même moment, nous démontrions [1] que lorsqu'on soumet un fruit sucré et très peu acide, un fruit surmûri, tel que la figue sèche, à la fermentation, ce fruit donnait toujours de la mannite; mais que la dose de cette mannite diminuait d'autant plus qu'on ajoutait dans le moût davantage d'acide tartrique, acide favori du ferment alcoolique [2]. Bien mieux, cette même mannite ne se produisait plus dès que l'acidité du milieu atteignait 6^{gr} par litre environ, exprimés en acide sulfurique, ou 10^{gr} exprimés en acide tartrique. Quant à l'acidité du vin, elle était d'autant moindre, dans une certaine mesure, que l'acidité première du moût était plus élevée.

» L'année suivante, en 1894, MM. Gayon et Dubourg découvraient le microbe spécial producteur de la mannite; et en le cultivant dans un bouillon artificiel, ils constataient que les acides déterminaient dans la pullulation de ce microbe une gêne telle, qu'il ne se produisait plus de mannite, dès que l'acidité du milieu sucré atteignait de 6^{gr} à 7^{gr}, exprimés en acide sulfurique.

» Notons au passage que c'est là le degré d'acidité normal des moûts rouges girondins. Néanmoins, les deux observations relatives à l'acidité et indiquées par M. P. Carles d'un côté et MM. Gayon et Dubourg de l'autre, passèrent longtemps inaperçues, malgré leur concordance et leurs conséquences pratiques. On savait qu'une chaleur anormale à la cuve était un des facteurs notoirement favorables à la fermentation mannitique et l'on s'attacha uniquement à l'empêcher de se produire. C'était assurément de la sagesse.

» Cependant, comme dans les contrées chaudes les vendanges sont toujours précoces et qu'alors la réfrigération des moûts est quelquefois impraticable; comme, d'autre part, ces moyens sont insuffisants pour empêcher la maladie mannitique dans les raisins surmûris par le soleil ou un coup de sirocco, il nous a paru utile de rechercher si, par la seule aci-

---

(1) *Feuille vinicole de la Gironde* et *Moniteur vinicole de Paris*. Juillet 1893.

(2) Il nous a semblé que l'acide tartrique était un véritable régularisateur de la fermentation normale.

dulation des moûts, on n'arriverait pas à des résultats similaires, même en cuve surchauffée.

» Dans ce but, en octobre dernier, nous avons ajouté à un lot de raisins noirs un dixième environ de raisins blancs atteints de *Botrytis cinerea,* porteurs habituels de ferment mannitique; nous avons foulé et pressé. A l'aide de carbonate de potasse, l'acidité du jus a été saturée; et le tout, jus et marc, a été divisé également en six flacons pareils. Dans chacun d'eux, nous avons délayé les proportions d'acide tartrique indiquées plus bas. Puis, le groupe entier a été porté à une étuve bien réglée à 38°-39°. Au bout de cinq jours, la fermentation était achevée; on a laissé refroidir; on a décanté, exposé au froid et quelques semaines après on a procédé à l'analyse.

Numéros des vins	1	2	3	4	5	6
Grammes d'ac. tartrique ajoutés par litre de moût neutralisé	2	4	6	8	10	12
Acidité correspondante en SO^4H^2	1,30	2,60	3,91	5,20	6,50	7,80
Alcool à l'ébullioscope (degré)	7,90	7,80	7,90	8,25	8,50	8,40
Extrait sec à 100° (brut)	28,00	26,50	24,25	19,00	18,25	19,50
Sucre réducteur	1,66	1,61	1,58	traces	traces	0,90
Tartre cristallisable	1,50	1,90	2,10	2,00	2,15	3,05
Acidité totale en SO^4H^2	3,25	4,41	4,19	4,11	3,10	3,57
Acidité volatile en SO^4H^2	2,20	3,27	2,54	1,95	0,90	1,00
Couleur du vin	cassée	tr. cass.	peu cass.	belle	belle	belle
Mannite (environ)	10,00	8,50	6,00	0,50	0,00	0,00

» *Conclusions.* — Ce Tableau nous enseigne que lorsque la fermentation du raisin se produit en milieu surchauffé, c'est-à-dire à 38°-39° :

» 1° Il se produit, comme à 20°-25°, une quantité de mannite d'autant plus élevée que l'acidité initiale du moût était inférieure à 10gr, traduite en acide tartrique;

» 2° Qu'à ce degré d'acidité (10gr) et au-dessus, les moûts ne produisent plus de mannite, mais fournissent le degré alcoolique le plus fort;

» 3° Que le degré d'acidité totale du vin est d'autant plus faible que l'acidité initiale du moût était encore voisine de 10°, exprimés en acide tartrique; ce qui prouve bien que l'addition d'acide tartrique aux moûts ne produit pas des vins verts;

» 4° Que le degré d'acidité volatile du vin est en rapport étroit avec celui de la mannite;

» 5° Que l'exagération d'acidité volatile est toujours préjudiciable à la dégustation, à la conservation et à la beauté de la couleur du vin;

» 6° Que la présence de la mannite soustrait les vins aux règles du rapport *alcool-extrait* et *alcool-acide* et permet le vinage;

» 7° Que l'acide tartrique ajouté se retrouve dans les marcs, le tartre ou les lies, sous la forme de bitartrate de potasse, susceptible de compenser par sa valeur une bonne part du prix de l'acide tartrique. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 25 juin 1900.)

Note de M. *Henri Stassano,* Le rôle du noyau des cellules dans l'absorption :

Page 1782, ligne 28, *ajoutez* dont les noyaux sont très bien colorés par le carmin.
Page 1783, ligne 2, *au lieu de* nucléines, *lisez* toxines.

Note de M. *Œchsner de Coninck,* Sur un nouveau dérivé de la benzophénone :

Page 1769, ligne 6, *au lieu de* puisqu'elle arrive à, *lisez* puis elle arrive à.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUILLET 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** rappelle que l'Université de Barcelone vient de faire hommage à M. *de Lacaze-Duthiers* de son buste en bronze, en témoignage des services rendus à la Science espagnole par le laboratoire de Banyuls. Malgré l'absence de M. de Lacaze-Duthiers, M. le Président désire associer l'Académie à cet hommage rendu à la Science française en sa personne.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Problème de l'échauffement permanent d'une sphère par rayonnement, ramené au problème plus simple de l'échauffement de la même sphère par contact.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. Il s'agit des températures permanentes d'une sphère homogène, dont la surface rayonne vers des espaces ayant leur température inva-

riable u_e donnée pour chaque point (a, b, c) de cette surface et, par conséquent, fonction connue $u_e(a, b, c)$ des coordonnées a, b, c.

» Nous supposons traité le cas de l'échauffement par contact, où u_e se confond avec la température u de la sphère sous le même point (a, b, c) de sa couche superficielle : c'est donc le problème d'analyse consistant à former, pour tous les points (x, y, z) intérieurs à une sphère, d'un rayon donné R, décrite autour de l'origine comme centre, une fonction graduellement variable u dont le paramètre Δ_2 y soit nul et qui, à la surface, prenne les valeurs u_e. On peut voir sa solution (remontant à Poisson) démontrée de la manière la plus élégante dans le *Cours d'analyse* de M. Picard (t. I, p. 143 à 152); elle est

$$u = \frac{R^2 - x^2 - y^2 - z^2}{4\pi R} \int_\sigma \frac{u_e d\sigma}{r^3},$$

formule où l'intégrale $\int_\sigma$ s'étend à tous les éléments $d\sigma$ de la surface $4\pi R^2$ de la sphère et où r désigne leur distance au point intérieur considéré (x, y, z).

» II. Cela posé, les cosinus directeurs d'une normale dn à la sphère étant $\frac{(x, y, z)}{R}$, nous aurons ici (¹) comme expression de φ ou de $u + \frac{1}{h}\frac{du}{dn}$, valant u_e à la surface, le quadrinome

$$(1) \qquad \varphi = u + \frac{1}{hR}\left(x\frac{du}{dx} + y\frac{du}{dy} + z\frac{du}{dz}\right),$$

qui, au centre (o, o, o), devient simplement u. Il lui suffira évidemment, pour être identique à ce que serait la température dans le cas du contact, de vérifier l'équation indéfinie $\Delta_2\varphi = 0$. Or, des différentiations immédiates de (1) donnent

$$\Delta_2\varphi = \Delta_2 u + \frac{1}{hR}\left(x\frac{d\Delta_2 u}{dx} + y\frac{d\Delta_2 u}{dy} + z\frac{d\Delta_2 u}{dz} + 2\Delta_2 u\right),$$

expression s'annulant bien dans chacun de ses cinq termes. Ainsi l'on aura

$$(2) \quad \begin{cases} \varphi(x, y, z) = \dfrac{R^2 - x^2 - y^2 - z^2}{4\pi R} \displaystyle\int_\sigma \frac{u_e d\sigma}{r^3} \\ \qquad = \dfrac{R^2 - x^2 - y^2 - z^2}{4\pi R} \displaystyle\int_\sigma \frac{u_e(a, b, c)\, d\sigma}{[(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2]^{\frac{3}{2}}}. \end{cases}$$

(¹) Voir le *Compte rendu* de la séance du 11 juin, p. 1579.

» Au centre, où $\varphi = u$, il vient, en y appelant u_c la température,

$$\varphi(0,0,0) = u_c = \frac{1}{4\pi R^2}\int_\sigma u_e d\sigma = \int_\sigma u_e \frac{d\sigma}{\sigma}, \tag{3}$$

c'est-à-dire $\varphi(0, 0, 0)$ ou u_c égal à la moyenne des températures extérieures u_e.

» III. Pour obtenir u, nous avons l'équation du premier ordre (1), qui relie cette fonction à φ, avec la condition (3) spéciale au centre pour déterminer (si d'autres circonstances n'y suppléaient pas) la fonction arbitraire qu'introduira l'intégration.

» Imaginons que l'on chemine, du point quelconque (x, y, z), dont nous appellerons r le rayon vecteur $\sqrt{x^2+y^2+z^2}$, au point voisin

$$\left(x + \frac{x}{r}\,dr,\ y + \frac{y}{r}\,dr,\ z + \frac{z}{r}\,dr\right)$$

ou

$$(x + \cos\alpha . dr,\ y + \cos\beta . dr,\ z + \cos\gamma . dr),$$

d'un même rayon R de la sphère, défini par ses cosinus directeurs $\cos(\alpha, \beta, \gamma)$. Nous aurons évidemment, le long de ce chemin dr,

$$du = \left(x\frac{du}{dx} + y\frac{du}{dy} + z\frac{du}{dz}\right)\frac{dr}{r},$$

et l'équation (1) à intégrer deviendra

$$\varphi = u + \frac{r}{hR}\frac{du}{dr},$$

ou, plus explicitement,

$$r\frac{du}{dr} + hRu = hR\,\varphi(x, y, z) = hR\,\varphi(r\cos\alpha,\ r\cos\beta,\ r\cos\gamma). \tag{4}$$

» Multipliée par $r^{hR-1}dr$, et intégrée le long du rayon R, à partir du centre où $r^{hR}u$ s'annule, elle donne, même sans avoir eu besoin de faire appel à la condition (3),

$$u = hR\,r^{-hR}\int_0^r \rho^{hR-1}\varphi(\rho\cos\alpha,\ \rho\cos\beta,\ \rho\cos\gamma)\,d\rho. \tag{5}$$

» Rendons constantes les limites d'intégration en posant, par exemple, $\rho = r\mu$ (d'où $d\rho = r\,d\mu$); et il viendra

$$u = hR\int_0^1 \mu^{hR-1}\varphi(r\mu\cos\alpha,\ r\mu\cos\beta,\ r\mu\cos\gamma)\,d\mu. \tag{6}$$

On remarquera que, pour $\imath$ infiniment petit, cette expression de u est bien finie et se réduit à $\varphi(o, o, o)$, c'est-à-dire, d'après (2), à la moyenne des valeurs de u_e, comme il le fallait.

» Portons enfin, dans (6), l'expression (2) de φ devenue, avant le remplacement de $\imath$ par $\imath\mu$, $\frac{R^2 - \imath^2}{4\pi R}\int_\sigma \frac{u_e\, d\sigma}{r^3}$, et où r, troisième côté d'un triangle dont les deux autres côtés sont $\imath$ et R, aura pour carré $R^2 + \imath^2 - 2R\imath\cos\theta$, θ désignant ainsi les angles que fait le rayon vecteur, $\imath$, du point (x, y, z) considéré, avec les divers rayons R de la sphère, qui aboutissent aux éléments respectifs $d\sigma$ de la surface. On aura donc, comme formule définitive,

$$(7) \qquad u = \frac{h}{4\pi}\int_0^1 (R^2 - \imath^2\mu^2)\mu^{hR-1}d\mu \int_\sigma \frac{u_e\, d\sigma}{[R^2 - 2R\imath\mu\cos\theta + \imath^2\mu^2]^{\frac{3}{2}}}.$$

Elle est due à Poisson, qui l'a obtenue sous une forme et surtout d'une manière très différentes (¹).

» IV. Examinons le cas extrême d'une conductibilité superficielle insensible, ou de h infiniment petit, mais dans l'hypothèse de températures extérieures u_e très grandes; de manière que le produit hu_e soit une fonction arbitraire finie, que nous appellerons U, ou, plus explicitement, $U(a, b, c)$. Toutefois, pour que la température interne u puisse être finie, il faudra que sa valeur au centre, moyenne des valeurs de u_e, le soit, et que, par suite, $\int_\sigma U\frac{d\sigma}{\sigma}$ s'annule à la limite $h = o$. Nous admettrons donc que la fonction donnée U ait (une fois la limite atteinte) sa valeur moyenne nulle, condition permettant, comme on voit, d'attribuer une valeur finie quelconque à la température u_c du centre.

» Alors les valeurs $h(u_e - u)$ de la dérivée $\frac{du}{dn}$ à la surface deviendront évidemment limite (hu_e), c'est-à-dire la fonction $U(a, b, c)$ considérée dans ses valeurs limites; et le problème reviendra à se donner, sur toute la surface σ de la sphère, cette dérivée $\frac{du}{dn}$, ou le flux corrélatif entrant de chaleur, dont les valeurs ou moyenne, ou totale, sont bien nulles à l'état permanent.

» La formule (7), où il faudra poser $u_e = \frac{U}{h}$, pourra s'écrire identique-

(¹) *Théorie mathématique de la chaleur*, p. 388.

ment, en ajoutant à l'intégrale en $\int_\sigma$ l'expression $\int_\sigma \frac{u_e\,d\sigma}{R^3}$ et retranchant l'expression équivalente $\int_\sigma \frac{U\,d\sigma}{hR^3}$, valeur de cette intégrale $\int_\sigma$ pour $\mu = 0$,

$$\left\{\begin{aligned} u = {} & \frac{h}{4\pi}\int_0^1 (R^2 - \iota^2\mu^2)\mu^{hR-1}d\mu \int_\sigma \frac{u_e\,d\sigma}{R^3} \\ & + \frac{1}{4\pi}\int_0^1 (R^2 - \iota^2\mu^2)\mu^{hR}\frac{d\mu}{\mu}\left[\int_\sigma \frac{U\,d\sigma}{(R^2 - 2R\iota\mu\cos\theta + \iota^2\mu^2)^{\frac{3}{2}}} - \int_\sigma \frac{U\,d\sigma}{R^3}\right]. \end{aligned}\right.$$

» Actuellement, faisons tendre h vers zéro et U vers son expression finale. Le premier terme du second membre se dédouble, par la décomposition de la parenthèse en R^2 et en $-\iota^2\mu^2$. Or la seconde partie ne donne évidemment plus rien quand h est nul, tandis que la première donne, quel que soit h, $\int_\sigma u_e \frac{d\sigma}{\sigma}$, ou u_c. Quant au dernier terme du second membre, la quantité entre crochets y devenant, en général, de l'ordre de petitesse de μ pour $\mu = 0$, l'annulation de l'exposant hR du facteur μ^{hR} n'y introduit pas d'élément infini; et comme, d'ailleurs, $\int_\sigma U\,d\sigma = 0$ à la limite, la formule devient, en définitive,

$$(8) \qquad u = u_c + \frac{1}{4\pi}\int_0^1 (R^2 - \iota^2\mu^2)\frac{d\mu}{\mu}\int_\sigma \frac{U\,d\sigma}{(R^2 - 2R\iota\mu\cos\theta + \iota^2\mu^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

» V. On obtiendrait directement ce résultat en prenant, pour fonction auxiliaire, non plus φ, que définit la relation (1) devenue illusoire à cause de $h = 0$, mais la fonction plus simple, revenant à $h\varphi$, et dont les valeurs $U(a, b, c)$ à la surface sont maintenant données,

$$(9) \qquad \Phi = \frac{1}{R}\left(x\frac{du}{dx} + y\frac{du}{dy} + z\frac{du}{dz}\right) = \frac{\iota}{R}\frac{du}{d\iota}.$$

» La température u_c au centre reste disponible ou indéterminée, comme compensation de l'incomplète disponibilité ou indétermination de la fonction U, qu'on n'est libre de choisir qu'avec la restriction $\int_\sigma U\,d\sigma = 0$. Et, en effet, les deux équations du problème actuel, savoir $\Delta_2 u = 0$ dans la sphère et $\frac{du}{dn} = U$ à sa surface, ne cessent pas, quand on les donne *compa-*

tibles, d'être satisfaites malgré l'addition à u d'une constante arbitraire. Elles laissent donc complètement indéterminée la température en un point choisi à volonté, le centre par exemple. »

CHIMIE. — *Gaz combustibles de l'air : air de la mer. Existence de l'hydrogène libre dans l'atmosphère terrestre.* Note de M. **Armand Gautier**.

« J'ai montré (¹) qu'à mesure qu'on s'éloigne des centres populeux et des lieux où croissent les végétaux, les hydrocarbures de l'air disparaissent et que sur les grandes montagnes, à une altitude où il n'y a plus que quelques plantes rabougries, et où le sol est entièrement rocheux, on ne trouve dans l'atmosphère que des traces d'hydrocarbures (un peu plus de 2 cent. cubes par 100 litres), tandis que l'hydrogène persiste à la dose d'environ 2 dix-millièmes (17,5 à 24 cent. cubes). Quoique presque dénué d'humus, le sol, sur les pics élevés, est encore le siège d'une lente fermentation due à la décomposition des maigres végétaux et des bactéries qu'il nourrit; l'air reçoit ces émanations et celles qui proviennent des vallées sous-jacentes. Il importait donc, pour établir l'origine locale (tellurique ou végétale), des hydrocarbures de l'air, de se placer dans des conditions où le sol et les plantes n'interviennent pour ainsi dire plus.

» J'ai pensé que l'air de la mer devait contenir le minimum de souillures d'origine terrestre. J'ai choisi, pour contrôler expérimentalement cette opinion, le moment de l'équinoxe d'automne, alors que les vents soufflant du N. et N.-O. balayent nos côtes de Bretagne. A cette époque de l'année, tout particulièrement, les courants issus des couches supérieures de l'atmosphère ont eu le temps, sur toute la largeur de l'Atlantique, de se brasser en un mélange où domine l'air des hautes régions.

» Grâce à l'extrême obligeance de M. le Directeur des Phares de France, que je remercie, j'ai pu installer mes appareils au phare des Roches-Douvres. Il s'élève, à 56^m de hauteur, sur un écueil de porphyre granitoïde, au nord de Lezardrieux et de Paimpol, à 40 kilomètres de la côte. J'y suis arrivé le 22 octobre 1898, par un fort vent de N.-O. qui avait soufflé de la mer presque en tempête les jours précédents et qui s'est maintenu assez violent, et venant du large, durant les quatre jours qu'ont duré mes expériences.

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1677; et t. CXXXI, p. 13.

» Un tube à laine de verre filtrait l'air marin aspiré par un gazomètre de 350 litres à écoulement d'eau. L'ouverture du tube filtrant était placée à 2 mètres de la paroi métallique du phare et à 13 mètres au-dessus du niveau de la pleine mer.

» Cet air arrivait à mes appareils, installés à l'intérieur du phare, par la canalisation d'étain déjà employée dans les bois de Lainville et au Canigou.

» Voici le détail des trois expériences que j'ai pu faire dans d'excellentes conditions :

» *Première expérience.* — Début à 12^h30^m, le 23 octobre; fin à 10^h30^m, le 24. Passé 110 litres d'air. Volume corrigé à $0°$ et 760 et calculé sec $= 103^{lit},48$. Beau temps; vent modéré N.-O.; $t = 15°,5$. Il avait plu un peu la nuit du 22 au 23. $H = 767^{mm},7$ au début. Dans la nuit, vent S.-O. avec retour rapide au N.-O. Beau temps. $t = 14°$ puis $15°$, avec $H = 767^{mm},3$ à la fin. (Bonne expérience.)

H^2O obtenue [1]	....	$0^{gr},0110$
CO^2 —	....	$0^{gr},0001$

» *Deuxième expérience.* — Début à midi, le 24 octobre; fin le 25, à 9^h20^m du matin. Passé $132^{lit},5$ d'air. Volume corrigé : $123^{lit},54$. Beau temps le 24; vent soufflant la nuit plus fortement et tout le temps du N.-O.; à 8^h, le 25, ciel un peu couvert. t au début $15°$, avec $H = 767^{mm},5$; à 9^h soir, $t = 17°$ et $H = 768^{mm},4$; à 8^h, le 25 au matin, $t = 14°,5$ avec $H = 767^{mm},0$.

H^2O obtenue	....	$0^{gr},0086$
CO^2 —	....	$0^{gr},0000$

» *Troisième expérience.* — Commencée le 25 octobre à 10^h35^m du matin; finie le lendemain à 9^h30^m. Passé $121^{lit},1$ d'air. Volume corrigé $113^{lit},9$. Ciel au début un peu nuageux; assez beau temps; légère brume de 10^h à minuit. Vers 6^h du matin, le 26, pluie fine. Au début, le 25, $t = 15°$ avec $H = 767^{mm}$. Vent N.-O. de force 4. Mer un peu houleuse. A 5^h du soir $14°,8$. Beau temps, même vent. A minuit $t = 14°,8$ avec $H = 767^{mm}$. A la fin, à 9^h30^m, $t = 14°,8$ et $H = 767^{mm},2$. (Très bonne expérience.)

H^2O obtenue	....	$0^{gr},0131$
CO^2 —	....	$0^{gr},0001$

» Le calcul de ces données conduit aux résultats résumés dans le Tableau suivant :

---

[1] Obtenue pour le volume d'air de $103^{lit},48$ qui a circulé dans un tube à CuO porté au rouge de 30^{cm} de long. Même remarque pour les deux expériences suivantes.

Quantités d'hydrogène et de carbone combustibles contenues dans l'air de la mer.

Dates.	État du temps.	Volume de l'air ayant circulé calculé sec à 0° et 760mm.	H^2O formée comptée en milligr.	CO^2 produit compté en milligr.	H (en mgr.) pour 100 litres d'air calculé sec à 0° et 760mm.	C (en mgr.) pour 100 litres d'air sec à 0° et 760mm.
23 et 24 octobre 1898.	Beau temps. Vent N.-O. $t = 15°,5$ et $15°$. H = 767mm à 767mm,5.	lit 103,48	mgr 11,0	mgr 0,1	mgr 1,22	mgr 0,0
24 et 25 octobre 1898.	Beau temps. Vent N.-O. $t = 15°$ et $17°$. H = 767mm,5 à 768mm,4.	123,54	8,6	0,0	0,96	0,0
25 et 26 octobre 1898.	Temps assez beau, très légère pluie durant 3h. Vent S.-O. et N.-O. $t = 15°$. H = 767mm à 767mm,2.	113,9	13,1	0,1	1,45	0,0

» Moyenne pour 100lit d'air calculé sec à 0° et 760mm :

H = 1mgr,21,   C = 0mgr,0.

» Cette dernière série d'expériences confirme donc entièrement les prévisions résultant de mes observations antérieures sur l'air des bois et surtout des hautes montagnes : à mesure qu'on s'éloigne de toute émanation tellurique, végétale et urbaine, les hydrocarbures de l'air disparaissent, tandis que l'hydrogène libre persiste.

» Nous avons obtenu, en effet, dans nos dosages successifs de carbone des hydrocarbures de l'air :

	Carbone combustible de 100lit d'air calculé sec à 0° et 760mm.
Air des villes populeuses	mg 6,80
» des bois	3,40
» des pics rocheux	0,66
» de la mer	trace inférieure à 0,03 (1)

(1) Cette absence presque absolue de carbone constatée dans nos expériences sur l'air de la mer suffirait à démontrer que les caoutchoucs ou autres pièces de nos appareils ne cédaient pas la moindre trace de gaz carbonés et ne donnaient pas d'acide

» Ainsi, dans l'air de la mer, l'hydrogène est libre et presque pur : c'est à peine si l'on parvient à y découvrir l'indice d'hydrocarbures qui peuvent provenir soit de la mer elle-même, soit du mélange très dilué de l'air des hautes régions de l'atmosphère avec celui qui a glissé à la surface des continents.

» Sans être égales, les trois quantités d'hydrogène trouvées ne sont pas fort différentes. Le nombre le plus petit, $0^{mg},96$, résulte d'une expérience un peu moins satisfaisante que les deux autres, l'appareil ayant été arrêté la nuit du 24 au 25, durant une heure et demie environ, à la suite d'un petit accident à l'aspirateur, et l'oxyde de cuivre s'étant refroidi. On pourrait donc, peut-être, pour calculer l'hydrogène normal de l'air, prendre les deux chiffres $1^{mg},22$ et $1^{mg},45$ (1re et 3e *expériences*); ils donneraient la moyenne de $1^{mg},33$ (au lieu de $1^{mg},21$ avec les trois expériences prises ensemble) pour l'hydrogène de 100 litres d'air sec à 0° et 760^{mm}.

» Sans faire cette légère correction, peut-être un peu arbitraire, le chiffre moyen de $1^{mg},21$ d'hydrogène trouvé répond à $13^{cc},6$ d'hydrogène en 100 litres d'air calculé sec, à 0° et 760^{mm}. Mais nous avons établi par la combustion directe de l'air décarburé mélangé de volumes connus d'hydrogène au même état de dilution que dans l'air ordinaire, qu'une colonne de $0^{m},30$ d'oxyde de cuivre au rouge n'oxyde, dans ces conditions, que les 70 centièmes de l'hydrogène réel ([1]), et que les 30 pour 100 restants sont, à leur tour, brûlés et recueillis à l'état d'eau, si, à l'issue du premier tube à CuO, les gaz passent dans un second de $0^{m},40$ de long. Le résultat brut ci-dessus étant obtenu avec un seul tube, doit donc être multiplié par $\frac{100}{70}$ pour répondre à la totalité de l'hydrogène combustible de l'air de la mer, ce qui nous conduit définitivement à $13^{cc},6 \times \frac{10}{7} = 19^{cc},45$.

» C'est presque le nombre moyen que nous avons trouvé, mais avec quelque incertitude en plus provenant du calcul des traces d'hydrocarbures qui accompagnent l'hydrogène libre, pour l'air des pics montagneux ([2]).

---

carbonique par oxydation (voir du reste à ce sujet : *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1390, *Note*). Quant à l'humidité qu'ils auraient pu céder, on a vu qu'on ne commençait aucune série d'expériences sans avoir constaté que le tube à P^2O^5 placé à la suite de l'oxyde de cuivre au rouge ne gagnait pas un décimilligramme par le passage, à travers l'appareil d'oxygène pur et sec (2 à 3 litres à l'heure), durant vingt-quatre heures.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1357.

([2]) *Ibid.*, t. CXXXI, p. 18. On rappelle qu'on a trouvé que dans l'air des hautes montagnes l'hydrogène libre était compris entre $17^{cc},5$ et 24^{cc} par 100 litres.

» L'air qui souffle depuis plusieurs jours du plein Océan, celui des hautes régions de l'atmosphère, *l'air pur, contient donc environ 2 dix-millièmes de son volume d'hydrogène libre*, soit à peu près les deux tiers du volume de l'acide carbonique aérien correspondant ([1]).

» Cette proportion que nous donnent nos expériences a pu être très légèrement relevée en raison des traces d'hydrocarbures entrevues dans l'air, même à la mer, hydrocarbures qui laissent toujours brûler leur hydrogène plus facilement que leur carbone; mais les poids d'acide carbonique recueilli sont si faibles (moins de $0^{mgr},1$ pour 100 litres d'air), que cette cause d'erreur est presque insignifiante.

» La proportion de 20 volumes d'hydrogène pour 100000 volumes d'air est loin d'être négligeable. On remarquera combien elle dépasse la quantité moyenne de $7^{vol},6$ et même la quantité maximum de 13 volumes donnée par Boussingault pour *l'hydrogène total, y compris celui des hydrocarbures, contenu dans l'air de Paris*. C'est que Boussingault se bornait à faire passer l'air en expérience dans un tube rougi plein de copeaux de cuivre, et qu'il opérait avec un débit de 10 à 15 litres à l'heure, débit qui était loin, non seulement d'assurer la combustion de ces hydrocarbures, mais même l'absorption, par les tubes garnis d'asbeste sulfurique, de la totalité de l'eau formée.

» Nous concluons donc que l'air pur contient normalement environ 2 dix-millièmes de son volume d'hydrogène libre, auquel vient s'ajouter, grâce aux exhalaisons et fermentations du sol, des végétaux, des animaux, ou apportées par les industries humaines, une certaine proportion d'hydrocarbures dont la quantité, relativement grande dans les villes populeuses, plus petite à la campagne, très faible sur les plateaux rocheux et les pics des hautes montagnes, devient presque nulle dans l'air pur soufflant des régions élevées de l'atmosphère.

» Il nous reste à déterminer la nature des hydrocarbures de l'air des villes et des bois, et les origines de l'hydrogène atmosphérique. »

([1]) Dans ma Communication préliminaire à l'Académie du 7 novembre 1898 (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 693), j'ai donné, pour l'hydrogène de l'air, le nombre de 11^{cc} à $18^{cc},11$ pour 100 litres d'air, moyenne $14^{cc},5$; mais on remarquera que ce nombre est relatif à la combustion de l'air avec un seul tube à CuO et qu'il doit donc être multiplié par $\frac{10}{7}$ pour avoir l'hydrogène total, ce qui nous donnerait $20^{cc},7$, chiffre un peu trop élevé, vu les indices d'hydrocarbures qui augmentent sensiblement la quantité d'eau recueillie.

PHYSIQUE. — *Sur deux lieux relatifs aux densités de liquide et de vapeur de l'acide carbonique à saturation;* par M. **E.-H. Amagat**.

« Dans un Travail relatif à l'acide carbonique inséré aux *Comptes rendus*, séances du 16 mai et 18 juin 1892, je suis arrivé, entre autres, à ces deux résultats purement expérimentaux : que, le diamètre de la courbe des densités de liquide et de vapeur à saturation était une ligne droite, ainsi que l'avaient déjà trouvé MM. Cailletet et Mathias, et que, d'autre part, le lieu des points pour lesquels les volumes du liquide et de la vapeur sont égaux était aussi une ligne droite.

» D'après une Note récente de M. Mathias (25 juin 1900), ce dernier lieu ne serait pas une ligne droite, mais une courbe qui, dans les limites de mes expériences, est *extrêmement rapprochée de sa tangente* au point critique.

» Comme la différence entre une ligne droite et une ligne qui est extrêmement rapprochée de sa tangente correspond à des écarts expérimentaux vraisemblablement inférieurs à ceux dont il est possible de répondre dans de semblables recherches, il me paraît prudent de faire quelques réserves relativement à la portée du résultat énoncé par M. Mathias.

» Les deux lieux en question ont été construits avec les mêmes données expérimentales, je n'ai donc aucune raison *a priori* de supposer que l'un plutôt que l'autre soit l'expression de la réalité; or, le calcul de M. Mathias suppose que le lieu-diamètre est *mathématiquement* rectiligne; si, au contraire, on attribue cette propriété à l'autre lieu, c'est le diamètre qui devient une ligne approximativement droite, graphiquement, pratiquement droite si l'on veut.

» Rien n'indique *a priori* laquelle choisir de ces deux hypothèses, il peut même se faire que les deux lieux soient simplement l'un et l'autre pratiquement rectilignes; tout ce qu'on peut dire, c'est qu'ils ne peuvent être simultanément des lignes *mathématiquement* droites.

» La loi énoncée par MM. Cailletet et Mathias est fort intéressante et très utile dans la recherche des constantes critiques, j'ajouterai même que j'ai la satisfaction d'en avoir donné une vérification qui n'a peut-être pas été inutile à son moment, mais qui, de même que celles qui résultent des expériences plus récentes de M. S. Young, est purement expérimentale.

ces vérifications montrent que pour un certain nombre de substances et dans des limites assez étendues de température, le diamètre est pratiquement rectiligne, mais il serait d'autant plus imprudent pour le moment d'en tirer d'autre conclusion qu'on connaît des corps pour lesquels le diamètre est curviligne; les applications faites par M. Mathias dans le cas de corps ayant un diamètre rectiligne n'en sont pas moins parfaitement légitimes, à la condition de tenir compte, dans la discussion des résultats, du degré d'exactitude possible d'une loi uniquement basée sur les résultats d'expériences présentant d'assez grandes difficultés.

» Les remarques qui précèdent ne sont relatives, bien entendu, quant à mes résultats, qu'aux limites de température de mon Travail et ne préjugent rien au delà. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Constitution chimique des aciers; influence de la trempe sur l'état de combinaison des éléments autres que le carbone.* Note de MM. **Carnot** et **Goutal.**

« Comme suite à nos recherches sur la constitution chimique des aciers, il nous a paru intéressant de voir si la trempe est susceptible de modifier l'état de combinaison des divers éléments contenus dans les produits de la sidérurgie.

» Nos déterminations nouvelles ont porté sur le soufre, le phosphore, l'arsenic, le cuivre et le nickel.

» *Soufre.* — Les aciers sulfurés et manganésés, lentement refroidis, renferment la combinaison MnS de préférence au composé FeS. L'attaque par le chlorure double de cuivre et de potassium absolument neutre donne, en effet, un résidu de sulfure de cuivre correspondant au sulfure de manganèse décomposé par ce réactif, tandis que, dans les mêmes conditions, le sulfure de fer resterait inaltéré [1].

» En réalisant la même attaque sur un acide trempé contenant :

Carbone	0,17
Manganèse	0,65
Soufre	0,18

et lavant avec grand soin le résidu, on y retrouve la totalité du soufre

[1] *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 148, 19 juillet 1897.

combiné au cuivre dans la proportion exacte des poids atomiques (pour 10^{gr} d'acier : soufre, $16^{mgr},8$; cuivre, $34^{mgr},1$).

» On peut donc admettre que la trempe ne modifie pas l'état de combinaison du soufre dans les aciers manganésés.

» *Phosphore.* — Nous avons vu que les aciers phosphorés, lentement refroidis, traités par le chlorure de cuivre et de potassium exactement neutralisé, abandonnent un phosphure de fer correspondant à la totalité du phosphore contenu dans l'échantillon d'acier essayé, et pour lequel un grand nombre d'analyses fournissent une composition moyenne correspondant à la formule Fe^3Ph (¹).

» La présence de quelques centièmes de manganèse ne modifie pas ce groupement, le phosphore demeurant combiné entièrement au fer seul.

» Un échantillon d'acier trempé tenant

Carbone	0,35
Manganèse	1,48
Phosphore	0,37

nous a permis d'isoler par le réactif cuivrique le même phosphure de fer, exempt de manganèse, que celui trouvé antérieurement dans les aciers non trempés. 10^{gr} de cet acier ont fourni un résidu insoluble contenant $33^{mgr},2$ de phosphore et 165^{mgr} de fer, sans trace de manganèse.

» L'état de combinaison du phosphore n'est donc pas modifié par la trempe dans les aciers manganésés.

» *Arsenic.* — L'arsenic, dans les aciers non trempés, paraît ne pas former de combinaison avec le fer et s'y trouver simplement dissous.

» Nous avons vu précédemment (²) que ces aciers, traités par un acide faible à l'abri du contact de l'air, fournissent un résidu d'arsenic libre, sans perte sensible d'arsenic dans les produits gazeux ou la dissolution.

» Il en est autrement pour les aciers trempés.

» Un échantillon trempé contenant 1,12 pour 100 d'arsenic et 0,09 pour 100 de carbone, attaqué par l'acide sulfurique à 7 pour 100, à l'abri de l'air, a fourni sur 10^{gr} un résidu pesant, après dessiccation, $0^{gr},265$, et contenant la presque totalité de l'arsenic.

» Ce résidu, chauffé dans un courant d'azote pur et sec, sans atteindre le rouge, perd $0^{gr},126$ constitués par de l'arsenic libre et de l'eau. La par-

---

(¹) *Comptes rendus,* 19 juillet 1898, p. 148.

(²) *Comptes rendus, loc. cit.*

tie fixe est attaquée par l'acide azotique et la solution évaporée en présence d'acide sulfurique jusqu'à apparition de fumées blanches abondantes. Un peu de silice est séparée par filtration. L'acide arsénique est réduit par l'acide sulfureux que l'on chasse à l'ébullition. L'hydrogène sulfuré précipite un mélange de sulfures d'arsenic et de cuivre, que l'on sépare à l'aide du carbonate d'ammoniaque; enfin le fer est précipité par l'ammoniaque après peroxydation. Les résultats trouvés sont :

Arsenic	45,2 pour 100
Fer	40,0 »
Cuivre	11,6 »
Silice	2,4 »

soit, comme rapports de poids atomiques : arsenic 0,7; fer 0,8; cuivre 0,2.

» En faisant abstraction de la silice, que nous pouvons considérer comme impureté, la formule de l'arséniure isolé correspondrait presque exactement à M^3As^2.

» Mais la présence accidentelle de cuivre dans l'échantillon essayé laisse malheureusement subsister un doute sur la composition de l'arséniure de fer. Aussi nous a-t-il paru nécessaire de chercher à la contrôler.

» A cet effet, nous avons trempé un échantillon d'acier à l'arsenic, ne contenant pas de cuivre, qui nous avait servi dans nos recherches antérieures. Cet acier, dont la teneur atteint 4,25 pour 100 d'arsenic, a donné, dans deux essais opérés par la méthode ci-dessus décrite, des résidus formés de

	I.	II.
Arsenic pour 100	40,2	40,3
Fer pour 100	59,0	59,5

» En ne tenant pas compte d'une petite quantité de carbure de fer difficile à séparer ici, le rapport des poids atomiques est très voisin de la formule Fe^2As, qui correspond à la composition suivante :

Arsenic	40,1
Fer	59,7

» Contrairement à ce que nous avons signalé pour l'acier au cuivre, une quantité sensible d'arsenic est entrée en solution pendant la désagrégation de l'échantillon par la liqueur faiblement acide.

» En résumé, il paraît hors de doute que les aciers à l'arsenic lentement refroidis ne contiennent que de l'arsenic non combiné, tandis que les aciers

trempés contiennent également un arséniure de fer. Nous adopterons pour ce dernier la formule Fe^2As, comme probable ou du moins très voisine de la véritable, tout en admettant qu'il puisse exister, dans les aciers au cuivre, un arséniure simple ou double, plus riche en arsenic.

» L'arsenic agit donc dans les produits sidérurgiques, à la façon du carbone : il donne par la trempe des composés définis, tandis que, sous l'influence d'un lent refroidissement, il s'isole de toute combinaison.

» Il est intéressant de remarquer combien est différent le rôle que jouent l'arsenic et le phosphore, puisque celui-ci se trouve toujours entièrement combiné, tandis que l'arsenic ne se trouve combiné, totalement ou partiellement, que dans les aciers trempés et qu'il est absolument libre dans les aciers refroidis lentement.

» *Cuivre*. — Nous avons dit que les aciers au cuivre non trempés, traités par un acide faible à l'abri de l'oxygène, laissent un résidu de cuivre pur ([1]); il en est de même pour les échantillons trempés.

» Pour éviter une erreur d'interprétation due à la précipitation possible, par le fer non attaqué, du cuivre entrant en dissolution, nous avons modifié la méthode d'attaque en employant un nouveau réactif, nous nous sommes servis d'une solution de sel ammoniac additionnée d'eau oxygénée, soigneusement neutralisée.

» Le fer se transforme en peroxyde, que l'on sépare de la masse plus dense, non encore transformée, par simple agitation et décantation. Durant les premiers jours d'attaque, le cuivre n'est pas dissous. Lorsque des traces de ce métal commencent à apparaître dans les eaux de décantation, on lave soigneusement le résidu, on le sèche à l'alcool absolu, puis à l'éther, et on l'observe au microscope. Il est facile de distinguer alors des fils ténus et contournés de cuivre pur, engagés dans la masse non encore désagrégée et se prolongeant parfois assez loin au dehors de cette masse même. L'aspect est complètement différent de celui que pourrait offrir le cuivre précipité sur le fer dans les mêmes conditions. Il correspond bien à celui que présente un métal pur, disséminé par solidification postérieure dans la masse d'un autre métal moins fusible.

» En traitant cette masse par de l'ammoniaque additionnée d'une faible quantité d'eau oxygénée, on dissout le cuivre libre et l'on peut continuer l'attaque par le chlorhydrate d'ammoniaque, comme précédemment. Après avoir traité plusieurs fois, alternativement par le chlorhydrate et par l'am-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 213.

moniaque en présence d'eau oxygénée, on obtient un résidu excessivement faible, non magnétique, contenant encore du fer et du cuivre. Est-ce un alliage ou un carbure? la très faible quantité que nous avons isolée ne nous permet pas encore de répondre à cette question.

» On peut remarquer, d'autre part, qu'une solution ammoniacale étendue, additionnée d'une faible quantité d'eau oxygénée, lorsqu'elle agit directement sur un acier au cuivre finement pulvérisé, produit une dissolution partielle du cuivre, se traduisant par une faible coloration bleue.

» Ces diverses observations conduisent à admettre que la plus grande partie du cuivre ne contracte pas d'alliage défini avec le fer dans les produits sidérurgiques à faible teneur, trempés ou non.

» *Nickel.* — Les mêmes procédés d'attaque appliqués aux aciers trempés de faible teneur en nickel n'ont pas permis une séparation assez nette pour fournir des conclusions certaines.

» Les deux métaux entrent simultanément en solution, comme dans le cas des aciers refroidis lentement.

» Nous n'avons, d'ailleurs, pas trouvé de carbure de nickel dans les échantillons très peu carburés, trempés ou non trempés, que nous avons essayés, et nous pensons que le nickel s'y trouve libre, à l'état de mélange ou de dissolution, d'alliage défini. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en vertu du Décret du 24 juin 1899.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 33,

M. Czerny obtient. . . . . 33 suffrages

M. **Czerny**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de

Physique générale et mathématique au Collège de France, laissée vacante par le décès de M. *Joseph Bertrand*.

(Renvoi aux deux Sections de Géométrie et de Physique.)

MÉCANIQUE. — *Sur les équations du mouvement d'un fil en coordonnées quelconques*. Note de M. **G. Floquet**.

« Le fil étant supposé flexible et inextensible, les équations du mouvement en coordonnées rectangulaires sont

$$(1)\qquad \begin{cases} mx'' = \dfrac{\partial}{\partial s}(\mathrm{T}\bar{x}') + m\mathrm{X}, \\ my'' = \dfrac{\partial}{\partial s}(\mathrm{T}\bar{y}') + m\mathrm{Y}, \\ mz'' = \dfrac{\partial}{\partial s}(\mathrm{T}\bar{z}') + m\mathrm{Z}, \\ \bar{x}'^2 + \bar{y}'^2 + \bar{z}'^2 = 1, \end{cases}$$

où le produit m de l'épaisseur du fil par sa densité peut varier avec s.

» Dans cette Note, les lettres accentuées désignent comme d'habitude des dérivées : celles d'entre elles qui sont surmontées d'un trait sont des dérivées prises par rapport à s, les autres sont relatives à t.

» Le fil étant libre, soient

$$x = \varphi(q_1, q_2, q_3, t, s), \qquad y = \psi(q_1, q_2, q_3, t, s),$$
$$z = \varpi(q_1, q_2, q_3, t, s),$$

les formules de transformation qui expriment x, y, z en fonction de nouvelles variables q_1, q_2, q_3, ces formules pouvant renfermer t et même s.

» Effectuons sur les équations (1) le changement de variables de Lagrange. Si l'on pose

$$m(x'^2 + y'^2 + z'^2) = 2\mathrm{H}, \qquad \bar{x}'^2 + \bar{y}'^2 + \bar{z}'^2 = 2\mathrm{K},$$
$$m\left(\mathrm{X}\frac{\partial x}{\partial q_i} + \mathrm{Y}\frac{\partial y}{\partial q_i} + \mathrm{Z}\frac{\partial z}{\partial q_i}\right) = \mathrm{Q}_i,$$

on obtient sans peine les quatre équations

$$(2)\qquad \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial q_i} = \frac{\partial}{\partial s}\left(\mathrm{T}\frac{\partial k}{\partial \bar{q}'_i}\right) - \mathrm{T}\frac{\partial k}{\partial q_i} + \mathrm{Q}_i,$$
$$2\mathrm{K}(q_1, q_2, q_3, \bar{q}'_1, \bar{q}'_2, \bar{q}'_3, t, s) = 1,$$

H étant maintenant le produit par m d'une fonction des q, des q', de t et de s.

» Au lieu d'employer la fonction $2H$, qui exprime mV^2, on peut utiliser la fonction $2S$, récemment introduite par M. Appell, et qui n'est autre que mJ^2, J désignant l'accélération : les équations (2) sont alors remplacées par les suivantes :

$$\frac{\partial S}{\partial q_i''} = \frac{\partial}{\partial s}\left(T\frac{\partial k}{\partial \overline{q}_i'}\right) - T\frac{\partial k}{\partial q_i} + Q_i.$$

On peut aussi considérer une fonction analogue dans les seconds membres, en posant

$$\overline{x}''^2 + \overline{y}''^2 + \overline{Z}''^2 = 2R,$$

auquel cas $2R$ représentera $\frac{1}{\rho^2}$, ρ étant le rayon de courbure de la courbe formée par le fil, et l'on obtient

$$\frac{\partial S}{\partial q_i''} = T\frac{\partial R}{\partial \overline{q}_i''} + \frac{\partial T}{\partial s}\frac{\partial k}{\partial \overline{q}_i'} + Q_i.$$

» On a ainsi différentes formes des équations du mouvement du fil avec des variables quelconques.

» Je vais les ramener au premier ordre, sous une forme analogue à la forme canonique, mais dépendant des deux fonctions Φ et Π des paramètres variables, en supposant : 1° que les formules de transformation ne renferment pas s; 2° qu'il existe une fonction des forces $U(q_1, q_2, q_3, t, s)$, telle que l'on ait par conséquent

$$Q_i = \frac{\partial U}{\partial q_i}.$$

» La fonction $2k$, qui est désormais indépendante de s, étant homogène du second degré par rapport aux $\overline{q}'$, si nous posons

(3) $$T\overline{q}_1' = u_1 \qquad T\overline{q}_2' = u_2, \qquad T\overline{q}_3' = u_3,$$

et si nous appelons $2F(q_1, q_2, q_3, u_1, u_2, u_3, t)$ ce qu'elle devient quand on y remplace les $\overline{q}'$ par les u, on aura $2F = T^2$, et en outre

$$\frac{\partial F}{\partial q_i} = \frac{\partial k}{\partial q_i}T^2, \qquad \frac{\partial F}{\partial u_i} = \frac{\partial k}{\partial \overline{q}_i'}T.$$

On en conclut que les équations (2) s'écrivent

(4) $$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial H}{\partial q_i'}\right) - \frac{\partial H}{\partial q_i} = \frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{\partial F}{\partial u_i}\right) - \frac{\partial\sqrt{2F}}{\partial q_i} + \frac{\partial U}{\partial q_i}.$$

» Cela posé, écrivons les équations de Poisson

$$\frac{\partial H}{\partial q'_1} = p_1, \qquad \frac{\partial H}{\partial q'_2} = p_2, \qquad \frac{\partial H}{\partial q'_3} = p_3;$$

elles déterminent q'_1, q'_2, q'_3 comme fonctions de q_1, q_2, q_3, $\frac{p_1}{m}$, $\frac{p_2}{m}$, $\frac{p_3}{m}$, t, linéaires par rapport aux p. Dans la différence

$$p_1 q'_1 + p_2 q'_2 + p_3 q'_3 - H,$$

$$- \frac{\partial H}{\partial q_i} = \frac{\partial H_0}{\partial q_i},$$

$$(5) \qquad q'_i = \frac{\partial H_0}{\partial p_i}.$$

» Posons de même

$$\frac{\partial F}{\partial u_1} = r_1, \qquad \frac{\partial F}{\partial u_2} = r_2, \qquad \frac{\partial F}{\partial u_3} = r_3;$$

ces équations déterminent u_1, u_2, u_3 comme fonctions de q_1, q_2, q_3, r_1, r_2, r_3, t, linéaires et homogènes par rapport aux r, car F est homogène par rapport aux u. Dans F, remplaçons les u par ces valeurs, et soit Ω la fonction obtenue. On aura

$$- \frac{\partial F}{\partial q_i} = \frac{\partial \Omega}{\partial q_i},$$

$$(6) \qquad u_i = \frac{\partial \Omega}{\partial r_i}.$$

» En se reportant maintenant aux équations (4), on voit qu'elles s'écrivent

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \frac{\partial H_0}{\partial q_i} = \frac{\partial r_i}{\partial s} + \frac{\partial \sqrt{2\Omega}}{\partial q_i} + \frac{\partial U}{\partial q_i},$$

ou encore

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + \frac{\partial \Phi}{\partial q_i} = \frac{\partial r_i}{\partial s} + \frac{\partial \sqrt{2\Omega}}{\partial r_i},$$

en désignant par $\Phi(q_1, q_2, q_3, p_1, p_2, p_3, t, s)$ la différence $H_0 - U$. Les équations (5) donnent d'ailleurs $\frac{\partial q_i}{\partial t} = \frac{\partial H_0}{\partial p_i} = \frac{\partial \Phi}{\partial p_i}$. On a enfin, par les équations (6) et (3)

$$T\bar{q}'_i = \frac{\partial \Omega}{\partial r_i}, \qquad \text{d'où} \qquad \bar{q}'_i = \frac{\partial \sqrt{2\Omega}}{\partial r_i}.$$

» Si, par conséquent, on pose $\sqrt{2\Omega} = \Pi$, les équations du mouvement

du fil se trouvent ramenées au système du premier ordre suivant

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_i}{\partial t} + \frac{\partial \Phi}{\partial q_i} &= \frac{\partial r_i}{\partial s} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i}, \\ \frac{\partial q_i}{\partial t} = \frac{\partial \Phi}{\partial q_i}, &\qquad \frac{\partial q_i}{\partial s} = \frac{\partial \Pi}{\partial r_i}, \end{aligned} \qquad i = 1, 2, 3,$$

composé de neuf équations aux dérivées partielles, définissant les neuf paramètres p, q, r en fonction de s et de t. On doit leur adjoindre l'équation

$$T = \Pi(q_1, q_2, q_3, r_1, r_2, r_3, t),$$

qui définit la tension.

» Lorsque les formules de transformation ne renferment pas non plus le temps, H_0 et Ω sont des fonctions homogènes du second degré des p et des r qui se déduisent l'une de l'autre en changeant simplement r^2 en $\frac{p^2}{m}$. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certaines équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre*. Note de M. C. **Guichard**.

« J'ai appelé équation E_p une équation

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = M\theta$$

qui admet p solutions dont la somme des carrés est la somme d'une fonction de u et d'une fonction de v. Ces équations se rencontrent dans un très grand nombre de problèmes de Géométrie. Dans le cas de $p = 3$, elles permettent de trouver les réseaux ou les congruences plusieurs fois cycliques; si $p = 5$, on obtient les systèmes de sphères plusieurs fois cycliques. Il me paraît donc intéressant d'indiquer les principales propriétés de ces équations.

» *Si l'équation* (1) *est* E_p, *elle admet une infinité de groupes de p solutions*, $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_p$, *dépendant d'une constante arbitraire h et telles que*

$$(2) \qquad \theta_1^2 + \theta_2^2 + \ldots + \theta_p^2 = \frac{U}{1 + Uh} - \frac{V}{1 + Vh}.$$

» Soient $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_p$ les solutions de l'un quelconque de ces groupes; j'appelle *solution isotrope* de l'équation (1) une solution de la forme

$$(3) \qquad a_1\theta_1 + a_2\theta_2 + \ldots + a_p\theta_p,$$

où $a_1, a_2, \ldots, a_p$ sont des constantes dont la somme des carrés est nulle.

» Si la somme des carrés des constantes $a_1, a_2, \ldots, a_p$ est différente de zéro, la solution (3) sera dite *solution linéaire* de l'équation (1).

» Les autres solutions de l'équation (1) seront appelées *solutions générales*.

» Transformons l'équation (1) par la méthode de M. Moutard en nous servant d'une solution h de cette équation.

» Nous poserons alors

$$(4)\qquad \frac{\partial x_k}{\partial u} = \lambda\frac{\partial \theta_k}{\partial u} - \theta_k\frac{\partial \lambda}{\partial u}, \qquad \frac{\partial x_k}{\partial v} = -\lambda\frac{\partial \theta_k}{\partial v} + \theta_k\frac{\partial \lambda}{\partial v}.$$

Les quantités x_k sont solutions de l'équation

$$(5)\qquad \frac{\partial^2 x}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{\lambda}\frac{\partial \lambda}{\partial v}\frac{\partial x}{\partial u} + \frac{1}{\lambda}\frac{\partial \lambda}{\partial u}\frac{\partial x}{\partial v}.$$

On vérifie facilement que l'équation (5) admet aussi la solution

$$(6)\qquad X = \sum_1^p x_k^2 - \lambda^2\sum_1^p \theta_k^2.$$

Il en résulte que la transformée de l'équation (1) admet les solutions

$$\omega_1 = \frac{x_1}{\lambda}, \quad \ldots, \quad \omega_p = \frac{x_p}{\lambda}, \quad \omega_{p+1} = \frac{i}{2}\frac{X+1}{\lambda}, \quad \omega_{p+2} = \frac{1}{2}\frac{X-1}{\lambda};$$

on aura alors

$$\sum_1^{p+2}\omega_k^2 = \sum_1^p \theta_k^2.$$

» Si λ est une *solution générale*, les solutions $\omega_1, \ldots, \omega_{p+2}$ sont linéairement distinctes, l'équation transformée est une équation E_{p+2}. A chaque groupe de p solutions de l'équation primitive on fait correspondre un groupe de $p+2$ solutions de l'équation transformée. Il faut remarquer toutefois qu'on n'obtient pas ainsi les équations E_{p+2} les plus générales. Ces équations sont caractérisées par ce fait que tous les groupes de $p+2$ solutions ont une *solution isotrope* commune qui est

$$\omega_{p+1} - i\omega_{p+2} = \frac{i}{\lambda}.$$

» Si λ est une *solution linéaire*, il y a une relation linéaire entre les solutions $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_{p+2}$. L'équation transformée est E_{p+1}.

» Enfin, si λ est une *solution isotrope*, il y a une relation linéaire isotrope entre les solutions $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_{p+2}$. On peut réduire leur nombre de deux unités dans la somme des carrés. L'équation transformée est donc une équation E_p. Ce résultat contient comme cas particulier la transformation d'une équation harmonique en une équation harmonique (Darboux, *Leçons*, Liv. IV, Chap. IX).

» Les résultats qui précèdent s'appliquent aux cas où une ou deux des fonctions U et V se réduisent à des constantes. Supposons U constant et supposons

$$\sum_1^p \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial u}\right)^2 = E.$$

» En tenant compte de l'équation (1) on trouve facilement

$$\frac{\partial E}{\partial v} = 0.$$

» Par un choix convenable de la variable u, on peut réduire E à une constante ou à zéro. Si E est nul pour un groupe de rotations, il est nul pour tous autres groupes; E est nul aussi pour les groupes correspondants de l'équation transformée. Dans le cas de $p = 5$ on a donc les cas suivants :

(I) $\sum_1^p \theta_k^2 = U + V$,

(II) $\sum_1^p \theta_k^2 = V$, $\quad \sum_1^p \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial u}\right)^2 \gtrless 0$,

(III) $\sum_1^p \theta_k^2 = V$, $\quad \sum_1^p \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial v}\right)^2 = 0$,

(IV) $\sum_1^p \theta_k^2 = 1$, $\quad \sum_1^p \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial u}\right)^2 \gtrless 0$, $\quad \sum_1^p \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial u}\right)^2 \gtrless 0$,

(V) $\sum_1^p \theta_k^2 = 1$, $\quad \sum_1^p \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial v}\right)^2 = 0$, $\quad \sum_1^p \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial v}\right)^2 \gtrless 0$,

(VI) $\sum_1^p \theta_k^2 = 1$, $\quad \sum_1^p \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial v}\right)^2 = 0$, $\quad \sum_1^p \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial v}\right)^2 = 0$,

(VII) $\sum_1^p \theta_k^2 = 0$.

» Tous ces cas correspondent à des propriétés géométriques intéressantes. J'indiquerai seulement, dans les *Comptes rendus*, les propriétés qui correspondent aux quatrième et sixième cas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'instabilité de certaines substitutions.* Note de M. **Levi-Civita**, présentée par M. Appell.

« J'envisage les transformations ponctuelles réelles à deux variables

$$(1)\quad \begin{cases} x_1 = x + \varphi(x, y) + \ldots, \qquad y_1 = y + \psi(x, y) + \ldots, \\ (\varphi = a_{11}x^2 + 2a_{12}xy + a_{22}y^2,\ \psi = b_{11}x^2 + 2b_{12}xy + b_{22}y^2) \end{cases}$$

dont la partie du premier ordre se réduit à l'identité, les termes non écrits étant d'ordre supérieur au second.

» Je me propose de démontrer que les substitutions telles que (1) sont en général *instables*, c'est-à-dire *qu'on peut, par des itérations*

$$(2)\quad \begin{cases} x_n = x_{n-1} + \varphi(x_{n-1}, y_{n-1}) + \ldots, \\ y_n = y_{n-1} + \psi(x_{n-1}, y_{n-1}) + \ldots, \end{cases} \qquad (n = 2, 3, \ldots),$$

de (1), *faire sortir le point représentatif* P_n (dont les coordonnées sont x_n, y_n) *d'un cercle fixe* C, *tracé autour de l'origine* O, *pourvu qu'on prenne la position initiale* P (de coordonnées x, y) *dans un secteur convenable, si près de* O *que l'on veut.*

» Plaçons-nous dans le cas général, où les deux formes φ et ψ n'ont pas de facteurs en commun.

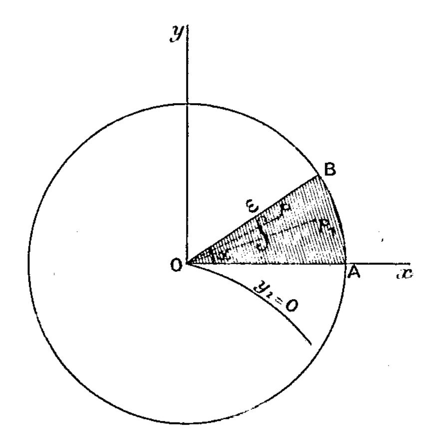
» On peut alors supposer que notre substitution (1) ait été préalablement réduite (par une transformation linéaire réelle) à la forme

$$(3)\quad \begin{cases} x_1 = x + x^2 + y(ax + by) + U(x, y), \\ y_1 = y(1 + cx + dy) + V(x, y), \end{cases}$$

U et V étant, bien entendu, du troisième ordre au moins par rapport à x, y.

» La courbe $y_1 = y(1 + cx + dy) + V = 0$ a pour tangente à l'origine la droite $y = 0$; ce sera en général une tangente d'inflexion. Quoi qu'il en soit, pour x assez petit et positif, la courbe $y_1 = 0$ est située tout entière

dans un même quadrant; soit le quatrième. (L'autre cas se réduit à celui-ci en changeant y_1, y en $-y_1$, $-y$, sans toucher à x.)



» Il convient de distinguer trois cas : $c < 1$, $c > 1$, $c = 1$.

1° $c < 1$. — Considérons un secteur $S = AOB$ du premier quadrant, limité inférieurement par l'axe des abscisses, ayant pour rayon ε et pour ouverture α. Si ε et α sont assez petits, on peut supposer pour tous les points $P(x, y)$ de S

$$x_1 \geqq x + \tfrac{1}{2}x^2, \tag{4}$$

$$y_1 \geqq 0. \tag{5}$$

» En posant $\frac{y}{x} = z$, on aura aussi,

$$(6)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{y_1}{x_1} &= \frac{y(1 + cx + dy) + V(x, y)}{x + x^2 + y(ax + by) + U(x, y)} \\ &= \frac{z(1 + cx + dxz) + \frac{1}{x}V(x, xz)}{1 + x + xz(a + bxz) + \frac{1}{x}U(x, xz)} \\ &= z + (c - 1)xz + xz[(d - a)z - bz^2] + x^2 W(x, z), \end{aligned} \right.$$

$W(x, z)$ restant finie.

» Profitons encore de la petitesse de ε et de α, en les fixant de façon que, pour $0 \leqq z \leqq \tan\alpha$, $0 \leqq x \leqq \varepsilon$, non seulement soient valables les inégalités (4), (5) et la formule (6), mais en outre

$$(d - a)z - bz^2 < \frac{1 - c}{2}, \tag{7}$$

(8) $$1 - \frac{1-c}{2}x > 0,$$

(9) $$x\mathrm{W} < \frac{1-c}{2}\operatorname{tang}\alpha.$$

» On tire de (6), ayant égard à (7) et (9),

$$\frac{y_1}{x_1} \leqq z - \frac{1-c}{2}xz + \frac{1-c}{2}x\operatorname{tang}\alpha \leqq \operatorname{tang}\alpha - \left(1 - \frac{1-c}{2}x\right)(\operatorname{tang}\alpha - z),$$

et *a fortiori*, d'après (8),

(10) $$\frac{y_1}{x_1} \leqq \operatorname{tang}\alpha.$$

» Les inégalités (4), (5) et (10) montrent qu'à tout point P de S notre substitution (3) fait correspondre un point P_1 à la droite de la parallèle à l'axe Oy conduite par P, et non extérieur à l'angle AOB. Si P_1 appartient lui-même au secteur S, déterminons P_2 par (2) et ainsi de suite, en répétant cette opération tant que l'on reste dans S. D'après ce que l'on vient de dire, on ne peut pas sortir du secteur S, sans sortir en même temps du cercle C, auquel le secteur appartient. La proposition énoncée sera donc établie, si nous prouvons que les points de la succession $P, P_1, P_2, \ldots$ ne peuvent tomber indéfiniment à l'intérieur de S. A la vérité, s'il en était ainsi, les abscisses $x, x_1, x_2, \ldots$, qui forment une succession croissante, devraient tendre vers une limite l *finie et positive*. Mais on a $x_1 \geqq x + \frac{1}{2}x^2$; de même $x_n \geqq x_{n-1} + \frac{1}{2}x_{n-1}^2$, et par conséquent la limite l devrait remplir une inégalité de la forme $l \geqq l + \frac{1}{2}l^2$, ce qui est absurde.

» 2° $c > 1$. — On a recours à la substitution inverse de (3). On démontre par des considérations analogues qu'en partant des points P d'un secteur convenable les points $P_{-1}, P_{-2}, \ldots$ approchent indéfiniment de l'origine.

» Il est alors possible, avec des positions initiales, si près de l'origine que l'on veut (celles de ladite succession $P_{-1}, P_{-2}, \ldots$), de rejoindre, par l'itération de (3), un point P fixé à l'avance. Il y a bien instabilité.

» 3° $c = 1$. — Ce cas peut être reconduit à l'un ou à l'autre des deux précédents.

» Les substitutions $x_1 = x\cos\theta - y\sin\theta + \ldots$, $y_1 = x\sin\theta + y\cos\theta + \ldots$, où θ est commensurable avec 2π, se ramènent par itération à la forme (1). Elles aussi sont donc instables, du moins en général. Il est bien probable que cette conclusion subsiste pour toute valeur de θ, mais je ne puis encore le démontrer rigoureusement. En attendant je voudrais indiquer com-

ment ce qui précède se rattache à la question de la stabilité des solutions périodiques des équations de la Dynamique. Ce sera, si l'Académie le permet, l'objet d'une prochaine Communication. »

MÉCANIQUE. — *Démonstration de la rotation de la Terre, par l'expérience de Foucault réalisée avec un pendule de* 1^m (¹). Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« En se basant sur l'invariabilité du plan d'oscillation du pendule, Foucault a le premier donné une preuve expérimentale directe de la rotation de la Terre. La mémorable expérience qui porte son nom, faite en 1851, consiste à faire osciller un long pendule formé d'un fil métallique pincé à son point de suspension et portant à son extrémité inférieure une lourde masse sphérique. Un style fixé sous la sphère vient, à chaque oscillation, mordre deux petits tas de sable placés aux extrémités de sa course, et les progrès de la morsure montrent le sens et la grandeur du phénomène.

» J'ai pensé qu'il serait possible de réaliser cette expérience sans avoir besoin d'une grande hauteur de sable, tout en augmentant la sensibilité et la précision de la méthode.

» A cet effet, j'ai pris un pendule de 1^m de longueur formé d'une tige cylindrique de bronze, filetée à ses deux extrémités sur une certaine longueur, et portant à sa partie inférieure une masse cylindrique de cuivre pesant 2^{kg} : deux écrous permettent de fixer cette masse à une hauteur quelconque sur la partie filetée inférieure. A la partie supérieure est une suspension à la Cardan, formée de deux petits anneaux munis de couteaux d'acier perpendiculaires l'un à l'autre, et dont les prolongements se rencontreraient en un point situé sur l'axe même de la tige de bronze. Cette partie de l'instrument, la plus délicate de beaucoup, a été exécutée avec beaucoup d'habileté par MM. Château.

» Sous le pendule, et coaxialement avec sa position de repos, se trouve un cercle horizontal divisé. Une alidade, mobile sur ce cercle à l'aide d'une vis de rappel à pompe, porte un microscope horizontal pouvant viser au centre ou près du centre : c'est une disposition analogue à la lunette du goniomètre. Cette alidade est munie d'un vernier qui permet de lire trente

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne où l'appareil est installé.

secondes. Ce cercle a été construit avec beaucoup de soin par M. Pellin.

» Un solide support en bois, à trois forts pieds de chêne, supporte sur la tablette supérieure la suspension à la Cardan : la tige du pendule traverse la tablette, et la partie inférieure de cette tige, munie d'un style fin, vient au repos se trouver au-dessus de la partie centrale du cercle divisé, supporté par la tablette inférieure du trépied. Toutes les parties de l'appareil sont ainsi solidaires les unes des autres, et le tout est posé sur un pilier monolithe, isolé du sol de la salle d'expérience.

» Le limbe du cercle étant rendu horizontal et son centre étant amené sous le style qui termine le pendule, on écarte celui-ci de sa position d'équilibre d'un très petit angle, en le reliant par un bout de fil à une vis placée dans le plan de symétrie du microscope; on attend que toute oscillation ait cessé et l'on met au point le microscope sur le style ainsi écarté à son amplitude maxima : l'image du style se projette à la croisée des fils du réticule. On brûle alors le fil : le pendule se met à osciller et, *dès la seconde oscillation,* c'est-à-dire après quatre secondes d'expérience, on voit nettement le déplacement apparent de l'image vers la droite de l'observateur dans le champ de l'instrument. Le microscope renversant les objets, il en résulte un déplacement réel du style terminal de la droite vers la gauche, comme l'indique la théorie.

» Pour faire une mesure quantitative, on manœuvre la vis de rappel de l'alidade de façon à ramener, à chaque oscillation, l'image du style à la croisée des fils du réticule. J'ai fait ainsi une cinquantaine de déterminations qui donnent, comme durée nécessaire à une déviation angulaire de 1°, la valeur de six minutes et cinq secondes; ce qui fait, pour une circonférence entière, deux mille cent quatre-vingt-quatre minutes, soit trente-six heures et vingt-quatre minutes, nombre extrêmement voisin de celui qui donne la durée de rotation $\omega' = \omega \sin\lambda$, dans laquelle λ est la latitude de Paris. La précision de l'appareil est donc considérable, et l'on retrouve ce nombre, quel que soit l'azimut original dans lequel on promène la première oscillation, ce qui est un criterium de la perfection réalisée dans la suspension du pendule.

» En observant sur un miroir fixé à l'instrument au lieu d'observer directement, on double le déplacement apparent et, par conséquent, la sensibilité. »

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction des mélanges gazeux. Chlorure de méthyle et anhydride sulfureux.* Note de **M. F. Caubet** [1].

« Dans les deux précédentes Notes que nous avons communiquées à l'Académie [2], les courbes de tensions de vapeur saturée des deux fluides constituant un même groupe étaient fort éloignées l'une de l'autre.

» Ces fluides étaient, pour le premier groupe, le gaz carbonique et le chlorure de méthyle; pour le second, le gaz carbonique et le gaz sulfureux. Le troisième groupe, dont l'étude fait l'objet de la présente Communication, est constitué par les deux gaz, chlorure de méthyle et gaz sulfureux, dont les courbes de tensions de vapeur saturée sont très voisines.

» Les lignes limites représentées sur la figure correspondent aux compositions suivantes en volumes :

	Chlorure de méthyle.	Gaz sulfureux.
1...........	0,7496	0,2504
2...........	0,6248	0,3752
3...........	0,4996	0,5004
4...........	0,3748	0,6252
5...........	0,2505	0,7495
6...........	0,1252	0,8748
7...........	0,0554	0,9446

» Les diverses lignes limites se placent toutes entre les deux lignes extrêmes de la figure. La confusion qui en résulte nous a interdit de présenter ces lignes en leur vraie place; elles sont transportées parallèlement à elles-mêmes, et dans leur ordre, à droite de la figure. Pour chacune d'elles, l'abscisse 120° est indiquée par le numéro qui lui correspond. Les petites divisions du quadrillé valent respectivement 5° et 5^{atm}.

» Les courbes représentées en traits interrompus sont les courbes de tensions de vapeur saturée du chlorure de méthyle et du gaz sulfureux. Cette dernière est en trait plein dans sa partie supérieure.

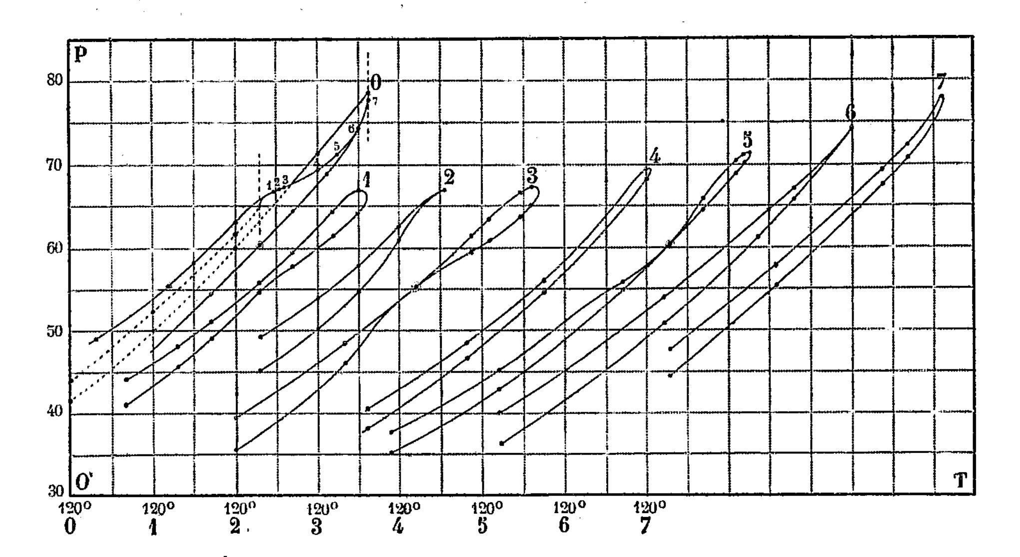
» La ligne comprise entre les lignes ponctuées parallèles à l'axe des pressions est la *ligne critique*.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Physique théorique de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

(2) *Comptes rendus*, séance du 22 janvier 1900, séance du 26 mars 1900.

» Les deux courbes extrêmes issues l'une du point 2 de la *ligne critique*, l'autre du point 6 de la même ligne sont des *lignes de Gibbs et Konovalow* (¹).



» Les lignes 3 et 5 sont des lignes donnant des *points de Gibbs et Konovalow*.

» Les lignes 2 et 6 sont des *lignes de passage*. De pareilles lignes offrent un point de Gibbs situé sur la *ligne critique*, qui est point de rebroussement pour la ligne de passage correspondante.

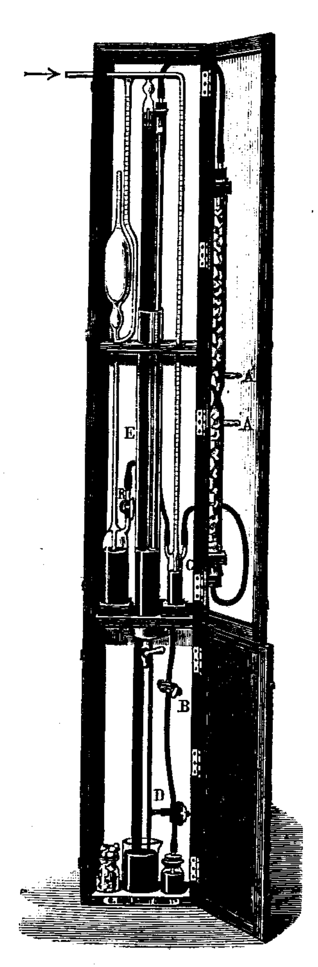
» L'existence des points et des lignes de Gibbs et Konovalow est prévue, depuis longtemps, par des considérations théoriques; mais c'est, croyons-nous, la première fois que, dans ce genre de recherches, l'expérience les révèle et indique des formes réelles de lignes limites offrant des points de Gibbs et Konovalow.

» La condensation rétrograde n'a pas été observée dans ce troisième groupe; la petitesse de l'aire dans laquelle ce phénomène se produit met, en effet, hors de doute l'impossibilité pratique de son observation. »

(¹) Voir Duhem, *Traité élémentaire de Mécanique chimique fondée sur la Thermodynamique*, t. IV, Chap. I, p. 19 et suiv. et Chap. IV tout entier.

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau type de trompe à mercure permettant d'obtenir rapidement le vide maximum.* Note de MM. **Berlemont** et **Jouard**, présentée par M. Arm. Gautier.

« La trompe à mercure que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie (*fig.*) a été conçue dans le but d'obtenir un appareil simple, automatique, d'un modèle réduit, très robuste et d'un nettoyage facile.



» Lorsqu'on veut faire le vide avec les appareils actuels, on se heurte à une grosse difficulté, les nombreux robinets dont ils sont généralement munis étant autant de causes de fuite. Quelque parfait que puisse être le

rodage d'un robinet en verre, il nécessite l'emploi de graisse : lorsque la raréfaction arrive à une certaine limite, cette graisse émet des vapeurs qui empêchent de pousser le vide plus loin.

» Grâce à divers artifices de construction, nous sommes parvenus à éviter complètement les robinets, à supprimer ainsi toute fuite et à travailler même avec des gaz chauds.

» Nous évitons aussi tout caoutchouc et, par suite, le soufre et l'hydrogène sulfuré. En outre, les tube courbés dans la concavité desquels se logent si facilement les bulles gazeuses que peut entraîner le mercure sont aussi supprimés.

» Les chutes qui, dans les modèles usuels, sont très fragiles, par suite de leur soudure avec le reste de l'appareil et qui ne se nettoient que fort difficilement, sont absolument indépendantes dans ce nouveau type de trompe; elles peuvent être rapidement remplacées ou remises en état.

» Cette trompe peut marcher sans aucune surveillance à condition d'être accouplée à une trompe à eau qui actionne le remontage automatique du mercure. Elle n'utilise pour son fonctionnement que 5^{kg} à 6^{kg} de mercure, ce qui permet, étant donné son faible volume, de la disposer tout entière dans une cage vitrée peu encombrante, qui peut se suspendre contre un mur, ou se poser à terre, et où elle est parfaitement à l'abri des chocs, de la poussière et de l'humidité.

» En résumé, cette trompe ne comporte ni robinets, ni courbures, ni caoutchouc sur le parcours du mercure et du vide. Elle est rapidement démontable, d'un fonctionnement automatique, entièrement protégée et d'une simplicité qui permet une grande économie.

» Ces nombreux avantages nous ont paru intéressants à signaler à l'attention de l'Académie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un sulfate chromeux ammoniacal* (1).
Note de M. **Ch. Laurent**, présentée par M. H. Moissan.

» Les sulfates de la série magnésienne donnent, avec les sulfates alcalins, des sels doubles dont le type est le sel de magnésium et de potassium

$$SO^4Mg + SO^4K^2 + 6H^2O.$$

» Le seul sel chromeux de formule analogue connu jusqu'ici est le sul-

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes.

fate double de protoxyde de chrome et de potassium

$$SO^4Cr + SO^4K^2 + 6H^2O.$$

Il a été préparé par Péligot [1].

» J'ai pu préparer un sulfate double ammoniacal.

» On sait que tous les sels chromeux se transforment très facilement en sels chromiques au contact de l'air; on est alors obligé d'effectuer, en présence d'un gaz inerte, toutes les opérations qui permettent de les préparer; je me suis servi d'anhydride carbonique.

» Le point de départ de la préparation est le bichromate de potassium; je le transforme en chlorure chromeux [2], puis en acétate, peu soluble, par l'acétate de sodium en excès.

» Cet acétate chromeux, débarrassé par lavage des chlorures de zinc, potassium, sodium, est décomposé par une quantité convenable d'acide sulfurique pur étendu, ainsi que l'indique M. Moissan [3].

» Après avoir chassé l'acide acétique par ébullition, j'ajoute la quantité correspondante de sulfate d'ammonium; par concentration et refroidissement il se dépose des cristaux bleus.

» Ces cristaux, séparés de l'eau mère, toujours à l'abri de l'air, sont desséchés par le kaolin [4].

» L'analyse leur assigne la formule

$$SO^4Cr + SO^4(AzH^4)^2 + 6H^2O.$$

» L'eau mère, traitée par une quantité suffisante d'alcool fort, laisse déposer de petits cristaux de même composition que les précédents.

» Ce sel double ammoniacal se présente en beaux cristaux d'une couleur bleue semblable à celle du sulfate de cuivre. Sa solubilité est assez grande; à 20°, 100^{cc} d'une dissolution saturée contiennent 55^{gr} de sel. Il est insoluble dans l'alcool.

» Il possède les propriétés réductrices des sels chromeux simples. Exposé à l'air, il se transforme rapidement en sel chromique.

» La difficulté de le conserver au contact de l'air ne permet pas de déterminer exactement sa forme cristalline; mais, par sa formule et son aspect extérieur, il présente avec les sulfates doubles de la série magnésienne la plus grande analogie.

---

(1) Péligot, *Recherches sur le chrome* (*Comptes rendus*, t. XIX, p. 609; 1844).

(2) A. Recoura, *Recherches sur les chlorures de chrome* (*Thèse pour le doctorat ès sciences*; 1886).

(3) H. Moissan, *Sur la préparation et les propriétés du protochlorure de chrome et du sulfate de protoxyde* (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 792).

(4) A. Recoura, *Loc. cit.*

» Ce composé, dans lequel intervient le protoxyde de chrome, établit un nouveau lien entre le chrome et le fer. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la préparation de la gentiopicrine, glucoside de la racine fraîche de gentiane.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**, présentée par M. Henri Moissan.

« Depuis la découverte de la gentiopicrine par Kromayer (1862) qui, en suivant un procédé très laborieux (¹), en a retiré 4^{gr} de 3^{kg} de racine de gentiane, il ne paraît pas que ce glucoside ait été de nouveau isolé; en tout cas, à notre connaissance, il n'a été l'objet d'aucune étude ultérieure.

» La Note que nous présentons à l'Académie a pour but de faire connaître un procédé de préparation de ce corps, qui, bien que nécessitant des manipulations longues et délicates, conduit sûrement à un résultat.

» Ce procédé est basé sur une donnée physiologique qui, à plusieurs reprises, a déjà servi de guide à l'un de nous et lui a permis d'extraire des végétaux divers principes immédiats inconnus avant ses recherches, ou dont la présence dans ces végétaux n'avait pas été signalée (²).

» Cette donnée est la suivante : Nombre de principes immédiats, qui existent dans les êtres vivants, disparaissent après la mort, et cela souvent en peu de temps, sous l'influence des ferments solubles oxydants et hydratants qu'ils renferment, quels que soient les procédés de conservation employés.

» Si donc on veut isoler ces principes de végétaux vivants, par exemple, la première précaution à prendre doit consister à détruire le plus rapidement possible les ferments en question. On y arrivera en découpant ces végétaux vivants et en faisant tomber les morceaux au fur et à mesure dans de l'alcool porté et maintenu à l'ébullition.

» Voici comment nous avons appliqué cette donnée au traitement de 1^{kg} de racine fraîche de gentiane. En réalité, nous avons opéré sur 22^{kg} de

---

(¹) A. Kromayer, *Ueber das Enzianbitter* (*Arch. der Pharm.*, 2ᵉ série, t. CX, p. 27; 1862).

(²) Em. Bourquelot, *Extraction du* tréhalose *d'un grand nombre de champignons et du* gentianose *de la racine de gentiane; découverte de la* volémite *dans un lactaire, de la* gaulthérine *dans le* Monotropa hypopithys, *de la* tyrosine *comme chromogène dans les gousses de grosse fève, etc.*

cette racine, qui nous ont donné 250gr environ de gentiopicrine cristallisée [1].

» Dans un ballon de 3lit de capacité, on introduit 2lit d'alcool à 95° et l'on chauffe au bain-marie jusqu'à l'ébullition. On découpe la racine en menus morceaux que l'on fait tomber dans l'alcool bouillant; on met le ballon en relation avec un réfrigérant à reflux, et l'on continue l'ébullition pendant une demi-heure. On laisse refroidir; on décante, on exprime la racine fortement à la presse; on réunit les solutions et l'on filtre. On obtient ainsi, sensiblement, 2350cc de liquide.

» On distille pour retirer l'alcool. Le résidu étant légèrement acide, on l'agite avec 10gr de carbonate de chaux précipité et on laisse reposer pendant douze à quinze heures. On filtre, on évapore à consistance sirupeuse (poids du sirop : 120gr environ) et l'on abandonne à la cristallisation. Celle-ci peut être forte longue; mais une fois qu'on possède quelques cristaux de gentiopicrine, il suffit d'amorcer pour la voir commencer rapidement et se terminer dans l'espace d'une quinzaine de jours. A ce moment, la masse est devenue presque solide et se compose d'aiguilles enchevêtrées et imprégnées d'une sorte de mélasse brune.

» On essore cette masse à la trompe et l'on fait sécher le résidu dans le vide sulfurique. On a ainsi un produit spongieux, jaune clair, pesant environ 50gr, qui est constitué par de la gentiopicrine impure.

» La purification s'effectue en dissolvant le produit dans un mélange à volumes égaux d'alcool à 95° et de chloroforme, et en provoquant la cristallisation par addition d'éther. Voici d'ailleurs les détails de l'opération :

» On fait bouillir pendant un quart d'heure à vingt minutes, dans un ballon placé sur un bain-marie et relié à un réfrigérant à reflux, le mélange suivant :

Gentiopicrine impure	50gr
Alcool à 95°	125cc

» On ajoute alors avec précaution :

Chloroforme	125cc

» On fait bouillir de nouveau cinq à dix minutes, on laisse refroidir, puis reposer pendant vingt-quatre heures et l'on filtre.

» On introduit le liquide filtré dans un ballon à double panse en quantité telle que sa surface soit de quelques millimètres au-dessus de la ligne de séparation des deux compartiments du ballon. On amorce sur les parois du second compartiment, un peu au-dessus de la surface du liquide et, à l'aide d'une pipette, on fait couler, en prenant soin de ne pas mélanger les liquides, un volume d'éther égal à celui de la solution introduite, soit pour les quantités ci-dessus indiquées : 250cc. On abandonne ensuite à la cristallisation.

» Il se produit une diffusion lente des liquides et les cristaux se forment précisé-

---

[1] Cette racine de gentiane, qui nous a été envoyée du Jura en octobre-novembre, a été traitée vingt-quatre à trente-six heures après la récolte.

ment à la limite primitive des deux couches, en partant des endroits amorcés, alors qu'une sorte d'extrait brun se dépose au fond du vase.

» La plupart des cristaux ainsi obtenus, à part quelques houppes supérieures qui sont presque incolores, sont encore jaune paille. On les purifie en les traitant une seconde fois de façon analogue, mais en s'aidant du noir animal.

» On obtient ainsi la majeure partie de la gentiopicrine contenue dans la racine fraîche de gentiane, mais on en peut retirer et, en réalité, nous en avons retiré davantage : d'abord, en soumettant à un deuxième traitement par l'alcool le marc de la racine, ensuite en reprenant par un mélange alcool-chloroforme les extraits précipités dans la première cristallisation, et, enfin, en ajoutant aux liqueurs mères des cristaux (alcool-chloroforme-éther) de l'éther de pétrole. Les produits ainsi obtenus peuvent être purifiés comme les premiers.

» Tous ces cristaux, ainsi que d'autres formés dans un mélange d'alcool méthylique, chloroforme et éther, ainsi que d'autres encore provenant de cristallisations répétées dans un mélange d'alcool et d'éther, donnaient avec l'eau une solution déviant à gauche le plan de la lumière polarisée et ne réduisant pas la liqueur cupropotassique.

» Une fois desséchés dans le vide sulfurique jusqu'à poids constant, ils possédaient, en solution aqueuse à 2 pour 100, à la température de 15° à 20°, un pouvoir rotatoire qu'on peut représenter par $\alpha_D = -196°$ (chiffres obtenus dans diverses opérations et avec ces divers produits : $-196°,6$, $-195°,2$, $-195°,86$, $-195°,17$, $-197°,4$.

» Dans une Communication ultérieure, nous reviendrons sur les autres propriétés de la gentiopicrine. »

ZOOLOGIE. — *La segmentation parthénogénétique expérimentale chez les Amphibiens et les Poissons.* Note de M. **E. Bataillon**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La segmentation expérimentale des œufs non fécondés a été conduite à des stades plus ou moins avancés par Morgan, Loeb, Giard, sur les œufs d'Échinodermes, par Tichomiroff chez les Lépidoptères, par Dewitz et Kulagin chez les Amphibiens et les Poissons.

» Sur les œufs d'Oursins, on a fait agir des chlorures; et Lœb [1] tend

---

(1) J. Lœb, *On the nature of the process of fertilization and the artificial*

à donner au métal une importance prépondérante. Delage ([1]) fait remarquer avec raison que la conclusion dépasse la portée de l'expérience. Il rappelle à ce sujet les résultats obtenus chez les Insectes et les Vertébrés, soit avec des agents d'une brutalité exceptionnelle comme SO^4H^2, le sublimé, soit avec des milieux mal définis comme le sérum antidiphtéritique. Lui admettrait plutôt une excitation particulière, peut-être sans rapport avec celle que détermine l'acte de fécondation.

» Mes expériences ont porté sur les Amphibiens (*R. esculenta*) et divers Poissons d'eau douce. Les résultats les meilleurs ont été obtenus avec la Grenouille et le Gardon ; et *avec les concentrations employées*, le stade morulaire n'a pas été dépassé. Mais, le fait fondamental étant acquis, un point mérite de fixer l'attention, *c'est la nature des milieux utilisés*.

» Guidé par mes recherches antérieures sur la pression osmotique, j'ai employé des solutions isotomiques en prenant le sérum pour base.

» *Est-il nécessaire que le sérum de Mammifère soit antidiphtéritique pour provoquer la segmentation parthénogénétique? L'expérience répond négativement.*

» Étant donné l'abaissement du point de congélation qui est de 0°,55 pour le sérum de cheval, de bœuf, etc., il est facile de calculer la pression osmotique correspondante et d'établir des solutions parallèles de sucre, de NaCl, etc.

» *Or, les œufs de Grenouille placés dans ces solutions pendant un temps variant de une heure à deux heures et demie et remis à l'eau se divisent comme ils se divisent après avoir passé par le sérum normal.*

» Les deux premiers sillons sont *souvent d'une* régularité parfaite. Puis la segmentation progresse rapidement et irrégulièrement, l'un des quadrants étant souvent émietté en de nombreux éléments alors que les autres sont encore apparemment inertes.

» En tout cas, l'évolution s'arrête bientôt, et les sillons ne s'étendent pas à la totalité de l'hémisphère végétatif. Dewitz et Kulagin n'ont obtenu eux aussi qu'un résultat partiel et de leurs indications plus que succinctes on peut déduire qu'ils ont eu les mêmes faits sous les yeux.

» Chez le Gardon, la division s'est montrée très irrégulière, particulière-

---

production of normal larvæ (Plutei) from the unfertilized eggs of the sea Urchin (*Am. Journ. of. Phys.*, vol. III, 1899).

([1]) Y. Delage, *Fécondation mérogonique et théorie nouvelle de la fécondation normale* (*Arch. Zool. expérimentale,* 1899, n° 4).

ment accusée à la périphérie et sur l'un des bords du blastodisque. On trouve ainsi, au bout de vingt-quatre heures, une plage de cellules polygonales à membranes très nettes dessinant une sorte de croissant au contact de la calotte germinative indivise. Ici, j'ai employé indifféremment le sel à 1 pour 100 ou le sucre à 10 pour 100.

» Dans tous les cas, le processus a été lent, et certains œufs de Grenouille n'entraient en segmentation *régulière* que vingt-quatre heures après l'immersion dans l'eau pure.

» Y a-t-il quelque chose de commun entre la modification physique introduite expérimentalement et celle que détermine la pénétration d'un spermatozoïde dans l'œuf mûr? Une concentration correspondant à la composition spéciale de tel œuf permettra-t-elle une évolution complète de l'ébauche? Autant de questions auxquelles l'avenir répondra.

» Les phénomènes intimes de cette curieuse segmentation artificielle sont loin d'être complètement élucidés, même après les belles recherches de Morgan. Quant au cas isolé des *Pluteus* bien conformés obtenus par Lœb, il demande à être confirmé et étendu.

» Il serait donc prématuré de faire intervenir de pareilles données dans une interprétation de la fécondation et de la parthénogenèse normale; mais il m'a paru intéressant, en vue des recherches à venir, de rapporter *à un principe physique défini* les données actuellement acquises.

» L'excitant mystérieux qui se dégage mal d'expériences isolées et disparates paraît être, dans la plupart des cas (SO^4H^2, brossage, sublimé, solutions salines ou sucrées, sérum), une *déshydratation relative*. Cette déshydratation favorise les divisions nucléaires et permet à l'œuf de préparer des centres aux premiers cloisonnements qui apparaîtront au contact du milieu ordinaire à pression osmotique plus faible.

» Un milieu physiologique comme le sérum, lorsqu'il répond à une pression suffisante, réalise à la perfection les conditions d'une segmentation parthénogénétique. Car les parois de l'œuf ne jouissent que partiellement des propriétés des membranes semi-perméables. Plus le milieu est inerte au point de vue chimique, mieux l'action physique est isolée.

» Il eût été curieux de voir si une solution de $CaCl^2$, malgré ses propriétés *inhibitrices* (Lœb), ne se comporterait pas comme les autres. Le matériel m'a manqué. En tout cas, l'action de tel métal, difficile à admettre avec le sérum, devient inacceptable avec l'emploi du sucre.

» On peut penser avec Delage que tous les cas observés « sont absolu» ment comparables à celui de J. Lœb » et qu' « il n'est pas logique d'at-

» tribuer aux uns une explication fondamentalement différente de celle » qui est valable pour les autres ».

» A défaut d'explication, une donnée générale se dégage des expériences incomplètes qui précèdent : *La composition chimique du milieu ne saurait intervenir que comme facteur secondaire et surajouté. Le sérum de Mammifère, diphtéritique ou non, se comporte comme une solution isotomique saline ou sucrée; il agit par sa pression osmotique.* »

ZOOLOGIE. — *La théorie de la fertilisation chimique des œufs, de M.* Lœb. Note de M. VIGUIER, présentée par M. Edmond Perrier.

« D'après une Note récente de M. Lœb (¹), tout œuf est susceptible de se développer parthénogénétiquement, mais il en est normalement empêché par la présence de substances inhibitrices, ou le manque de substances excitatrices dans le milieu où il se trouve. Au nombre des substances inhibitrices sont, pour les œufs d'oursins, le *calcium* ou le *sodium;* au nombre des substances excitatrices sont le magnésium, le potassium et l'hydroxyle. Lœb pense que le spermatozoïde apporte à l'œuf les *ions* qui lui manquent pour évoluer ou des ions capables de contrebalancer l'action des ions inhibitifs contenus dans l'eau de mer ou des ions de ces deux sortes, et, poursuivant ses idées jusqu'au bout, il ne croit pas impossible de déterminer la parthénogenèse, même des œufs de mammifères, par l'injection dans le sang de la mère de solutions appropriées.

» Frappé de retrouver ici les mêmes méthodes de travail employées par Groom et Lœb (²) sur l'héliotropisme des *Nauplius* et qu'une étude attentive a montrées complètement erronées (³), j'ai décidé de reprendre en détail toutes ces expériences. Mais je ne connaissais d'abord ces recherches que par la citation faite par M. Yves Delage (⁴). J'ignorais de quelle espèce d'oursins s'était servi Lœb, de même qu'il se garde bien de renseigner les profanes sur ses procédés de travail dans les fécondations mérogoniques, et le titre de la solution employée par Lœb était même indiqué d'une façon

---

(¹) *On the nature of the process of fertilization and the artificial production of normal larvæ (Plutei) from the unfertilized eggs of the sea Urchin,* by JACQUES LOEB (*American Journal of Physiology,* vol. III, October 2; 1899, nº 3).

(²) *Biologisches Centralblatt* du 1ᵉʳ mai 1890.

(³) Voir ma Note *Héliotropisme des* Nauplius (*Comptes rendus,* 20 juin 1892).

(⁴) *Archives de Zoologie expérimentale,* année 1899, p. 824.

erronée dans l'analyse de M. Delage. C'est sur ces données erronées que j'ai commencé mes expériences. Je dois toutefois rendre à M. Delage cette justice que son avis (p. 525) est que la conclusion de Lœb dépasse la portée de son expérience. Toutes les expériences faites et précédemment publiées, sous le titre de *hermaphroditisme et parthénogenèse chez les Oursins*, avaient pour but cette vérification; je juge inutile d'en donner le détail et me référerai, au cours de cette Note, aux expériences citées alors. Comme je n'ai pu savoir si Lœb avait fait sa solution mère dans l'eau distillée ou dans l'eau de mer, j'ai, autant que la quantité des sujets me le permettait, travaillé avec deux solutions: l'une indiquée sommairement *Lœb eau distillée* et l'autre *Lœb eau de mer* et, bien entendu, étendues chacune d'un volume égal d'eau de mer filtrée. Je me suis d'abord adressé aux *Sphærechinus granularis* et aux *Toxopneustes*, dont les œufs, contrairement à ceux d'*Arbacia*, sont remarquablement clairs et je les ai traités par la solution de $MgCl^2$ au titre indiqué par M. Delage; mais le titre indiqué pour la solution étant inexact, je n'ai rien obtenu. Ne connaissant que de seconde main le travail de Lœb, j'ai cessé les expériences au chlorure de magnésium jusqu'à ce que M. Maupas me l'eût obligeamment communiqué.

» J'opérai alors à la fois sur les *Arbacia Toxopneustes* et *Sphærechinus*.

» I. *Arbacia*. — Dans les cultures d'*Arbacia* A, B, C, D, du 16 mai, rien ne se développa dans la cuvette où avait lieu la fécondation. Les œufs restés sans développement pendant vingt-quatre heures ayant passé par les solutions Lœb ou étant seulement restés dans l'eau de mer ont été fécondés le 17 et ont tous donné des larves le 18. Les *Arbacia* E, F du 17 mai ayant passé par les solutions salines n'ont montré aucun développement, tandis que les œufs restés dans l'eau donnaient des larves parthénogénétiques très rares et les fécondés des larves nombreuses. La culture G du 21 mai n'a donné non plus aucune trace de développement pour les œufs ayant passé dans les solutions salines. Des œufs ayant séjourné dans les solutions salines, il n'a été conservé que ceux ayant passé par les solutions Lœb eau de mer, les autres étant pourris. Quant à ceux fécondés immédiatement après deux heures de séjour dans la solution saline, la plupart ne se sont pas développés, mais l'on observa cependant quelques larves, dont une seule vivante. Les fécondés après vingt-quatre heures, soit le 22, ont donné quelques larves, mais qui étaient toutes mortes le 23 au matin.

» Le 29, aucun des œufs ayant passé par les solutions Lœb ne se développa parthénogénétiquement le 30 mai au matin. Toutefois le soir on vit apparaître de rares larves parthénogénétiques dans les œufs ayant passé par la solution à l'eau distillée. Ceux ayant passé par la solution Lœb eau distillée et fécondés, au bout de deux heures, ont donné aussi de rares larves; mais ici, outre le développement des fécondés, je découvris le développement des parthénogénétiques. Dans une culture du 30 mai, on ne voit apparaître que des larves extrêmement rares, chez les parthénogénétiques et chez les fécondés, ainsi que pour les œufs ayant passé dans la solution Lœb eau distillée.

» II. *Toxopneustes.* — Pour les *Toxopneustes,* j'ai déjà raconté l'histoire des cultures A, B et C qui m'ont servi pour les études sur la parthénogenèse.

» Dans la culture D, j'ai rencontré une larve le 17 dans les Lœb eau distillée et point dans les Lœb eau de mer. Les cultures E, H, I montrent le développement avec des larves parthénogénétiques aussi bien dans l'eau de mer que dans la solution Lœb. La culture FG du 17 mai est au contraire tout à fait probante, tandis que, dès le 18, les œufs restés dans l'eau de mer donnaient des larves parthénogénétiques très nombreuses. Les œufs ayant séjourné dans les solutions Lœb eau distillée et Lœb eau de mer montraient seulement la segmentation, avec une remarquable épaisseur de l'épithélium entodermique, qui est surtout remarquable chez les œufs ayant séjourné dans Lœb eau distillée. Le 19, tandis que les larves parthénogénétiques normales complètent leur tube digestif, il y a retard très évident chez celles ayant passé par les solutions Lœb, surtout eau distillée. L'invagination gastrulaire se fait mal ou est à peine indiquée, et, pour les Lœb eau distillée, les conservés jusqu'au 21 se ratatinent de plus en plus, sans montrer aucun progrès dans le développement.

» Pour les Lœb eau de mer, quoique un nombre immense soit attardé et qu'il y ait de toutes petites larves, les choses vont décidément mieux, et l'on voit même le 21 un petit *Pluteus* dont les bras ont $0^{mm},13$ de long. Mais tout développement s'arrête le 22. Cette culture (FG) mal réussie, et qui n'arrivera pas chez les fécondés à donner de *Plutei,* est intéressante : par ce fait qu'elle nous a donné des larves parthénogénétiques chez les œufs demeurés dans l'eau de mer, de même que dans ceux ayant passé dans les solutions salines. Il est à remarquer qu'il y eut un retard très net, pour les œufs ayant passé par les solutions salines, surtout Lœb eau distillée sur les larves parthénogénétiques ordinaires. Il est à remarquer aussi que les œufs ont résisté à ces solutions salines (au titre indiqué par Lœb) et même subirent un commencement de développement. Aucune de celles de la culture (A), qui donna de nombreuses larves parthénogénétiques, ne résista à la solution indiquée par Delage. La solution saline retarde donc, tout au moins, le développement et même elle l'arrête quand la concentration est trop forte.

» III. *Sphærechinus.* — La culture E du 25, qui avait donné quelques larves parthénogénétiques, a montré le 26 une seule larve à parois fort épaisses (parthénogénétique Lœb eau distillée). A la fin de la culture, on voit quelques blastulas irrégulières. Les œufs fécondés après deux heures de séjour dans ce liquide n'ont rien donné le premier jour; mais, le 27, on a observé trois larves encore plus en retard que celles provenant de Lœb eau de mer. Dans Lœb eau de mer, aucune larve parthénogénétique. Dans les fécondés après deux heures, quelques larves fort en retard sur la fécondation normale se voient le 26 et encore le 27. Il est à remarquer que les œufs témoins de cette culture, fécondés après deux heures, avaient donné des blastulas normales, de même que les œufs fécondés immédiatement. Les F n'ont donné aucun résultat favorable. Culture G du 26, où l'on avait essayé seulement le liquide Lœb eau de mer : Les œufs ayant passé par ce liquide commençaient déjà à pourrir le 27, tandis que les œufs témoins, s'ils n'avaient pas fourni de larves parthénogénétiques, semblaient du moins en parfait état, et que les fécondés avaient donné un nombre immense de larves.

» *Conclusion.* — De tout cela, il me semble logique de conclure que la

solution de chlorure de magnésium est incapable de produire la parthénogenèse là où elle ne se produirait pas sans elle. Dans ce dernier cas, elle l'arrête ou la retarde au lieu de la favoriser. Je n'ai vu aucune larve ayant passé par les solutions Lœb arriver à l'état de *Pluteus :* mais il y a lieu de rappeler ici les différences au point de vue génital entre les races géographiques signalées par Cuénot pour l'*Asterina gibbosa*. Je suppose donc que, dans ses expériences, M. Lœb a traité par son liquide des œufs susceptibles de développement parthénogénétique, tandis que ses œufs témoins ne l'étaient pas. Mais cela prouve une fois de plus combien il faut se garder d'édifier de vastes théories sur quelques faits sommairement observés. »

BOTANIQUE. — *Sur la cytologie des Hyménomycètes.*
Note de M. **René Maire**, présentée par M. Guignard.

« Les discussions entre Dangeard ([1]) et Wager ([2]) à propos de la sexualité chez les Champignons ont ramené l'attention sur cette question, et il m'a semblé que le moment était tout indiqué pour publier les résultats ci-dessous :

» Espèces étudiées. — *Hypholoma appendiculatum, H. fasciculare, Psathyrella disseminata, Panaeolus papilionaceus, Lactarius piperatus, Pholiota lucifera, Coprinus radiatus, Polyporus versicolor, Trametes suaveolens, Cyphella ampla.* En voici sommairement les résultats.

» *Résultats.* — Les cellules du jeune carpophore sont normalement binucléées. Il y a plus tard fragmentation des noyaux par amitoses dans la plupart des cellules du pied et du chapeau. Dans le carpophore, les noyaux sont donc des synkaryons ([3]). La division de ces cellules binucléées comporte des mitoses conjuguées semblables à celles des Urédinées; *chacun des noyaux conjugués compte quatre chromosomes, le plus souvent soudés deux à deux* comme chez les Urédinées. Les cellules sous-hyméniales et les paraphyses sont toujours binucléées; il en est de même des cystides.

» Les jeunes basides se forment par mitose conjuguée, puis cloisonne-

---

([1]) Dangeard, *La reproduction sexuelle des Champignons, étude critique* (*Le Botaniste*, 7e série, 1900).

([2]) Wager, *The sexuality of the Fungi* (*Ann. fo Bot.*, 1899).

([3]) R. Maire, *L'évolution nucléaire chez les* Endophyllum (*J. de Bot.*, 1900).

ment de la cellule terminale d'une hyphe; celle-ci peut d'ailleurs produire ensuite une seconde baside à côté de la première par une nouvelle division. *La jeune baside renferme donc normalement deux noyaux.* Dans quelques cas très rares, j'ai constaté trois ou quatre noyaux dans de jeunes basides : ce sont évidemment des anomalies semblables à celles signalées dans les téleutospores d'Urédinées (1). *Le schéma de Wager est absolument inexact pour toutes les espèces étudiées par moi.*

» Les deux noyaux de la jeune baside grossissent assez rapidement et se montrent formés d'un nucléole très chromatique et d'une charpente peu colorable. Ces deux noyaux s'accolent; les deux cavités se fusionnent, puis très rapidement les nucléoles en font autant. Je n'ai pu voir en aucun cas, avant ou pendant la fusion, les sphères archoplasmiques décrites par Wager (2) chez *Mycena galericulata*.

» *Prophase de la première division.* — I. Le noyau résultant de la fusion différencie nettement à son intérieur des filaments chromatiques très fins, granuleux ou lisses, ou de petits karyosomes arrondis. On voit assez souvent apparaître à ce moment dans le protoplasma de la baside une ou plusieurs petites sphères dont la nature archoplasmique ne m'apparaît pas certaine.

» II. Les filaments chromatiques, dont le nombre est variable, se portent vers le sommet de la baside, se fragmentent, puis *se condensent en quatre chromosomes.* La membrane nucléaire disparaît, on voit apparaître de véritables centrosomes qui se placent aux deux extrémités d'un diamètre de la baside; ils se relient au nucléole par un filament très fin, ce qui semblerait indiquer pour eux une origine nucléolaire.

» *Métaphase.* — I. Apparition d'un fuseau achromatique paraissant homogène aux plus forts grossissements, et dont les centrosomes occupent les extrémités. Augmentation de la colorabilité des chromosomes, diminution de celle du nucléole. Ce dernier est quelquefois relié aux chromosomes, soit par une travée de substance achromatique, soit par un filament de substance chromatique.

» II. *Division des chromosomes transversalement et par étirement comme chez les Urédinées.* — Il peut arriver, comme chez ces dernières, que pendant la mitose les chromosomes restent soudés deux à deux, de sorte que la figure mitotique, qui normalement est à 4 et 8 chromosomes, soit à 3 et 6 ou 2 et 4. *Malgré leur apparente complication, les mitoses des basides se rap-*

(1) Poirault et Raciborski, *Sur les noyaux des Urédinées* (*J. de Bot.*, 1895).
(2) Wager, *On the presence of centrospheres in Fungi* (*Ann. of Bot.*, 1894).

portent donc au même type que celles des Urédinées, du moins dans les espèces étudiées par moi. Le fuseau passe par l'axe de la baside et lui est perpendiculaire dans toutes les espèces étudiées, sauf *Cyphella ampla* où il est dirigé selon l'axe.

» *Anaphase.* — Les chromosomes fils gagnent les pôles où ils se réunissent bientôt en une petite tétrade masquant le centrosome; en même temps le nucléole disparaît complètement. Les deux tétrades restent encore unies par le fuseau achromatique.

» Les chromosomes perdent leur colorabilité en même temps que chaque noyau fils forme un nucléole très chromatique. Le centrosome reparaît alors à côté de chaque noyau.

» *Deuxième division.* — Les deux noyaux fils reforment chacun quatre chromosomes, et les choses se passent de la même façon qu'à la première division.

» Les quatre noyaux fils concentrent toute leur chromatine en un nucléole.

» En même temps, le protoplasma de la baside se porte vers le quadrille des centrosomes restés à leur place respective : il y a un accroissement de la partie supérieure de la baside refoulant les noyaux à la base de celle-ci.

» FORMATION DES SPORES. — *Devant chaque centrosome se montre l'ébauche d'un stérigmate;* il se produit en même temps dans le cytoplasma de la baside *une différenciation kinoplasmique caractérisée* par la formation de filaments longitudinaux, plus ou moins nombreux et assez gros, électivement colorables. Sous l'influence de cette fibrillation, les noyaux se placent en ligne selon l'axe de la baside et sont peu à peu attirés vers le sommet de celle-ci.

» Les stérigmates se renflent à leur extrémité en une spore *où pénètre le centrosome;* le kinoplasma de la baside disparaît, ne laissant comme trace qu'un filament allant du centrosome au noyau. Tout le cytoplasma de la baside passe dans les spores, qui *commencent déjà à épaissir leur membrane alors que leur noyau est encore à l'entrée du stérigmate* où il a pris l'aspect d'une masse chromatique homogène. Le noyau passe ensuite en s'étirant à travers le stérigmate et rejoint le centrosome dans la spore, *où il ne tarde pas à subir une mitose,* qui se produit très souvent alors que la spore n'est pas encore détachée. La mitose de la spore présente les mêmes processus que celle des basides, *chaque noyau fils reçoit quatre chromosomes.*

» *Mycélium et conidies.* — Le mycélium issu de la germination des basidiospores de *Coprinus radiatus* est formé de *cellules uninucléées.*

» Les figures mitotiques sont *analogues à celles des Urédinées;* elles ont à la prophase *quatre chromosomes* plus ou moins individualisés. Les conidies renferment un seul noyau dont la chromatine est concentrée en un nucléole. Les vieilles cellules du mycélium renferment encore un noyau réduit à une tache faiblement colorable de forme allongée et des granulations métachromatiques de toute taille semblables à celles que j'ai étudiées chez les Ustilaginées ([1]). »

BOTANIQUE. — *Sur l'origine expérimentale d'une nouvelle espèce végétale.* Note de M. **Hugo de Vries**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans mon jardin d'expériences à Amsterdam, une nouvelle espèce végétale s'est formée dans des circonstances expérimentales qui m'ont permis de suivre exactement tout le cours de ce phénomène.

» A mon avis, les espèces n'ont pas été produites par une sélection prolongée de variations individuelles extrêmes, comme on le pense ordinairement. Cette conception est formellement contredite par tout ce que les expériences des agriculteurs nous ont appris sur la sélection.

» L'espèce en question s'est produite tout d'un coup, avec tous les caractères d'une espèce ordinaire et notamment avec la fixité absolue qui est l'attribut principal de l'espèce.

» Il va sans dire que c'est une espèce élémentaire, une petite espèce, comme on le dit ordinairement, et non pas une espèce linnéenne ou collective. Évidemment ces dernières ne sauraient être produites que par l'accumulation successive de caractères spécifiques élémentaires.

» La nouvelle espèce est issue d'une culture de l'Onagre décrit sous le nom d'*Œnothera Lamarckiana;* elle s'en distingue nettement, non par un seul caractère, mais dans tous ses organes. Je la désignerai sous le nom d'*Œnothera gigas*, parce qu'elle est beaucoup plus forte et plus robuste que l'espèce mère.

» Les caractères distinctifs principaux sont les suivants :

» Les feuilles radicales sont beaucoup plus larges, le pétiole est long, la base du limbe n'est pas longuement atténuée, mais nettement tranchée. C'est surtout le cas

---

([1]) R. Maire, *Note sur le développement saprophytique et la structure cytologique des sporidies-levures chez l'*Ustilago Maydis (*Bull. Soc. mycol. de France*, 1898).

dans les feuilles des rosettes encore jeunes, et par ce moyen il est toujours très facile de distinguer les deux types, dès les premières semaines du développement. Dans les feuilles radicales ultérieures, la différence devient un peu moins grande; elle reste toujours assez nette cependant pour permettre de distinguer les plantes du premier coup d'œil.

» Les tiges sont plus grosses et plus fortes, environ de la même hauteur que celles de l'*Œ. Lamarckiana*. Leurs entrenœuds sont plus courts et plus nombreux, leurs feuilles plus larges et ordinairement recourbées, couvrant la tige d'un revêtement plus ou moins serré et donnant à la plante un aspect tout particulier. Les inflorescences sont très robustes, à bractées bien développées et à fleurs très grandes et plus nombreuses, dont l'ensemble forme une couronne plus large et plus compacte que sur l'espèce mère. Les fruits sont courts et épais, d'une forme conique; les graines très grandes.

» Il résulte de cette description abrégée que notre plante est facile à reconnaître à chaque âge, et ne saurait échapper à l'observation si elle se montrait dans des cultures ou à l'état spontané.

» Pourtant, elle ne s'est montrée qu'une seule fois, représentée par un seul individu. C'était dans ma culture de 1895-1896, qui comprenait plusieurs milliers d'exemplaires, et dont un peu plus de mille ont fleuri dans la première année. Les Onagres sont, comme on le sait, en partie annuelles et en partie bisannuelles.

» Au moment de la floraison, en août 1895, je choisis, parmi les individus qui étaient restés à l'état de rosettes, une trentaine des plus forts et des plus beaux. La culture à ce moment était trop drue; les feuilles, pour cette raison, trop allongées, de sorte qu'il n'était pas encore possible de juger exactement ces plantes. Je les plantai à part; elles produisirent des tiges l'année suivante (1896). Lors de leur floraison, une seule plante se distinguait des autres par son port plus robuste, ses feuilles plus denses, ses fleurs beaucoup plus grandes et ses fruits moins longs. C'était la plante mère de la nouvelle espèce, *Œnothera gigas*. Dès que ces caractères m'indiquèrent la possibilité d'une nouvelle forme, je coupai les fleurs et les jeunes fruits et enveloppai tous les boutons floraux dans un sac de parchemin transparent, pour les fertiliser ensuite avec leur propre pollen. De la sorte, j'eus une récolte de graines pures.

» Ces graines me donnèrent en 1897 un semis d'environ 450 pieds, lesquels, sans aucune exception, avaient les caractères décrits plus haut pour l'*Œnothera gigas*. Mais comme je n'avais pas reconnu la plante mère avant la floraison, j'ai dû attendre les fleurs de la nouvelle génération pour être bien sûr de leur identité. Dans ce but, j'ai cultivé une centaine de ces plantes; la plupart ont produit des tiges et des fleurs qui toutes répétaient les caractères de la plante mère.

» La nouvelle espèce était donc constante dès la première génération,

sans trace d'atavisme. Elle est restée telle dans les trois générations suivantes, en 1898, 1899 et 1900.

» Il me reste à parler des aïeux de ma plante de 1895-1896. Je les avais cultivés pendant trois générations successives, qui ont fleuri en 1887, 1889 et 1891, tous les individus choisis comme porte-graines étant bisannuels. Leurs nombres étaient de 9, 6 et 10 dans ces trois générations. Ils ont fleuri chaque fois sur un lot de terrain bien isolé, mais ont été fécondés et croisés entre eux par les insectes. Ces plantes ont toutes montré le type pur de l'*Œnothera Lamarckiana*. C'est au milieu de la culture de nombreux individus issus de ces parents qu'est apparu le nouveau type spécifique.

» La production de l'*Œ. gigas* a donc été subite, sans intermédiaire et sans préparation visible, comme elle a été définitive, avec la plénitude de ses caractères et sans aucun retour au type primitif.

» L'observation décrite donne une première preuve expérimentale des idées émises sur la naissance des espèces dans mon Livre sur la *Pangenèse intracellulaire*. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence des modifications expérimentales de l'organisme sur la consommation du glycose* (1). Note de MM. A. CHARRIN et A. GUILLEMONAT, présentée par M. Roux.

« Quand, pendant des semaines et des mois, tous les deux ou trois jours, on injecte sous la peau de différents lapins, aux uns, un demi à un centimètre cube d'une solution acide (acides oxalique, lactique, citrique, de chaque 1gr pour 200 d'eau), aux autres, deux à trois centimètres cubes d'une solution minéralisée (sulfate de soude 35gr, phosphate de soude 25gr, chlorure de sodium 10gr pour un litre), on produit, chez ces animaux, un certain nombre de modifications que nous avons déjà en partie fait connaître.

» On voit, en particulier, chez ceux qui reçoivent ces matières minérales, le coefficient $\frac{\text{Az.}u}{\text{Az.T}}$, la quantité d'urine émise dans une journée, etc., s'élever sensiblement au-dessus des chiffres enregistrés, à ces points de vue, chez les lapins de l'autre série (acide).

(1) Travail du laboratoire de Médecine expérimentale de l'École des Hautes Études (Collège de France).

» En outre, ces animaux minéralisés ont les poils plus lisses, le sérum légèrement plus alcalin et plus bactéricide; le plus souvent même ils résistent à l'infection, non seulement quelques jours de plus que ceux que l'on a acidifiés, mais leur survie à l'inoculation dépasse habituellement celle des simples témoins qui n'ont été soumis à aucune injection. — Il est aisé de reconnaître que la nutrition de ces lapins, abondamment pourvus de sels minéraux, est singulièrement plus active que celle des animaux traités par les acides; chez ces derniers animaux, cette nutrition va jusqu'à offrir quelques-uns des caractères du ralentissement des échanges.

» Or, on sait que, pour la plupart des expérimentateurs, certaines formes de diabète, en tout cas de glycosurie, relèvent d'une paresse plus ou moins prononcée des mutations nutritives.

» Ce sont ces considérations qui nous ont conduits à nous demander si ces modifications développées, d'une part, grâce à ces acides, d'autre part, à l'aide de ces sels, n'exerceraient pas une influence saisissable sur l'élaboration des hydrates de carbone, spécialement du glycose.

» Dans ce but [1], après avoir soumis les animaux à des conditions identiques de station et d'alimentation, nous avons injecté sous la peau, aux uns et aux autres, des quantités variables de sucre, et nous avons pu constater de notables différences dans les modes d'élimination.

» En général, ce sucre disparaît d'abord des urines des lapins minéralisés; lorsqu'on introduit des doses supérieures à 6^{gr} (7^{gr} à 9^{gr}) par kilogramme, on constate la glycosurie chez les animaux des deux séries pendant dix-huit ou vingt heures; mais, au bout de la première journée, elle ne persiste que chez ceux qui ont reçu des acides. De plus (trois fois sur quatre), si l'on tient compte, en rapportant à 1000, et des quantités qu'on a fait pénétrer et de celles qui sont sorties, on reconnaît que de plus fortes proportions ont disparu chez les lapins minéralisés, utilisées par leurs tissus. Voici, d'ailleurs, quelques résultats.

» Lapin 1, acidifié, poids 2510^{gr}, reçoit 7^{gr} de glycose par kilogramme; il élimine en vingt-quatre heures $2^{gr},78$ (toujours par kilogramme) : il a donc retenu $4^{gr},22$.

» Lapin 2, minéralisé, poids 2495^{gr}, reçoit également 7^{gr} de glycose par kilogramme; il élimine en vingt-quatre heures $0^{gr},70$ (par kilogramme) : il a donc retenu $6^{gr},30$.

» Dans une autre expérience, on a injecté 8^{gr} par kilogramme à un animal acidifié et 11^{gr} (par kilogramme) à un lapin minéralisé. — Après dix-huit heures, l'urine de l'un et de l'autre renfermait du sucre; toutefois, passé la première journée, on n'en découvrait plus que dans le contenu vésical du premier de ces animaux.

» Dans une troisième expérience, on a restreint à 4, pour 1000^{gr} de matière vivante,

(1) Ces expériences ont été poursuivies en collaboration avec M. Cochonnet.

la proportion de sucre. — Dans ces conditions, l'urine du lapin acidifié a seule donné, vers la vingtième heure, les réactions de la glycosurie, qui par contre ont constamment fait défaut dans celle de l'animal minéralisé.

» Ces résultats, qu'il est inutile de commenter, établissent que cette minéralisation, comparée à cette acidification, habituellement favorise l'élimination (1) et surtout la consommation du sucre (2). D'autre part, les examens histologiques des divers organes de ces animaux ne nous ont pas révélé, dans le foie, des modifications importantes; seule la moelle des os des animaux soumis aux injections de matières minérales offrait des caractères de jeunesse et de plus grande vitalité.

» Dans ces conditions, nous sommes amenés à penser que ces différences tiennent, en partie, à la moindre activité des tissus, d'autant que normalement ces tissus consomment du glycose et qu'en présence des acides les oxydations, qui constituent peut-être le processus capital de cette consommation, s'effectuent d'une façon moins intense.

» Remarquons, en terminant, que par un bon nombre de caractères ces animaux acidifiés rappellent le tableau symptomatique de l'arthritisme; on arrive à reproduire plus ou moins exactement, bien que plus difficilement que pour les infections, les maladies dites *humorales* et même *diathésiques*. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelle méthode pour la mesure de la sensibilité stéréognostique tactile* (3). Note de MM. **Ed. Toulouse** et **N. Vaschide**, présentée par M. Marey.

« Lorsque des objets extérieurs reposent sur notre peau, nous apprécions leurs formes par les pressions qu'ils exercent; ces cas représentent les *états statiques* de la sensibilité stéréognostique. Quand nous touchons ces objets d'une manière active, les éléments de perception sont fournis par les pressions volontaires et aussi par la sensibilité musculaire en rapport avec nos mouvements; ce sont les *états dynamiques*.

» Voici la méthode que nous avons adoptée pour la mesure de ces phénomènes :

« I. *États statiques*. — Les objets employés sont des corps géométriques

---

(1) La diurèse est, en général, plus marquée.

(2) Les témoins fournissent ordinairement des chiffres intermédiaires. D'autres conditions (jeûne modéré, etc.) favorisent cette consommation.

(3) Travail du laboratoire de M. Toulouse, à l'asile de Villejuif.

en cuivre, c'est-à-dire des corps définis dans leur matière et dans leurs formes. Ces corps géométriques doivent avoir une épaisseur uniforme pour que, leur surface croissant, chaque point de la peau supporte une pression constante. Il suit de là qu'ils ne peuvent représenter que des surfaces et non des volumes. En outre, il est nécessaire que ces corps soient assez petits pour pouvoir reposer par tous leurs points sur une surface cutanée du sujet. Enfin, comme des corps remplissant ces conditions ne seraient pas suffisamment lourds pour éveiller des sensations de forme, il faut que l'on puisse exercer sur eux une pression mesurable.

» Pour toutes ces raisons, les corps choisis ont été des lames de cuivre d'une épaisseur de $0^m,001$ et représentant des rectangles (de $0^m,005$ de largeur, mesure des longueurs), des cercles, des carrés et des triangles équilatéraux; les côtés ou les diamètres sont, pour tous ces objets, de $0^m,01$. On les chauffe à la température du sujet et on les pose sur une surface cutanée immobile. La perception exacte de la forme ne serait pas encore possible dans ces conditions. Pour la provoquer, on exerce une pression suffisante sur le centre de la figure géométrique au moyen d'un *stéréognomètre* (dynamomètre) à ressort gradué en grammes. L'acuité stéréognostique est mesurée par la pression minima qu'il faut exercer pour faire reconnaître chaque forme géométrique.

» Pour la recherche des minima différentiels, nous avons fait construire des séries de rectangles, de cercles, de carrés, de triangles, où les longueurs (côtés ou diamètres) des formes croissent, par rapport aux étalons, dans une progression régie par la loi de Weber-Fechner, soit par 1 pour 100.

» On détermine la finesse de perception différentielle en recherchant, dans les mêmes conditions que plus haut, la forme la plus petite que le sujet peut différencier de l'étalon, la pression exercée étant constante et étant égale à celle du minimum perceptible de certitude du sujet (pression suffisante pour faire reconnaître constamment la forme géométrique étalon).

II. *États dynamiques*. — Si l'on recherche des procédés de mesure pour les états dynamiques, on se rend compte qu'il ne peut y en avoir de rigoureusement exacts; car il ne paraît pas possible en pratique de mesurer l'intensité et la qualité des mouvements du sujet, lesquels cependant, selon qu'ils sont plus ou moins étendus et énergiques, fournissent des renseignements plus ou moins nombreux sur la surface et la résistance des objets. On peut toutefois avoir quelque indication sur ce mode de sensibilité, en employant les mêmes corps géométriques, mais sans l'aide de stéréognomètre. Les objections présentées pour les volumes n'ont plus leur valeur ici, puisque les objets ne reposent pas sur la peau. Aussi nous servons-nous de sphères et de cubes dont les étalons ont $0^m,01$ de diamètre ou de côté. Les objets doivent être touchés par le sujet durant 5 mi-

nutes, entre le pouce, l'index et le médius; on devra tenir compte, dans l'appréciation des résultats, des mouvements exécutés, qu'il ne paraît pas possible de mesurer. »

GÉOLOGIE. — *Sur de nouvelles constatations dans la rivière souterraine de Padirac (Lot).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Mes trois dernières explorations à Padirac (Lot) m'ont fourni les nouveaux résultats suivants (5-6 septembre 1898, 12-13 décembre 1899, 30-31 mai 1900).

» Le bassin d'eau que j'ai trouvé le 29 mars 1895, sous la grande barrière de stalagmite qui m'avait arrêté avec Gaupillat et de Launay, en septembre 1890, a *plus de* 7^m *de profondeur* aux basses eaux; ce bassin, d'accès particulièrement difficile, est un véritable *regard* sur le siphon d'aqueduc ou vase communiquant qui interrompt ici le cours normal de l'eau; sa situation est des plus curieuses, dans un vide de quelques mètres de diamètre, ménagé entre les deux pointes inférieures de la barrière de stalagmite, qui se sont trouvées accidentellement immergées depuis leur formation (voir ci-après). Cette barrière, au delà de laquelle j'avais prévu dès 1896 la prolongation possible de la rivière (*Bulletin de la Société scientifique de la Corrèze*, t. XVIII, 1897, et *Revue de géographie*, juin 1896), effectivement reconnue, en avril 1899, par MM. l'abbé Albe, Giraud, Viré, etc., est un des plus remarquables exemples de remplissage d'une caverne par les concrétions; une grande diaclase verticale a amené, et amène encore, après les pluies, de très abondantes infiltrations en un point où la galerie principale de Padirac se trouvait fort rétrécie; les intermittences du suintement, favorisant l'évaporation et le dépôt du carbonate de chaux, ont fini par établir une soudure de stalagmite entre les deux parois; les concrétions de plus en plus développées, en forme d'angle dièdre, depuis le pied de la diaclase jusqu'à l'eau, atteignent aujourd'hui l'énorme longueur (d'amont en aval) de 25^m à 30^m en bas et de 8^m à 10^m au sommet, sur une épaisseur (d'une paroi à l'autre) de 2^m à 6^m. La hauteur totale de l'obstacle est de 20^m qu'il faut escalader (aisément avec une échelle de 5^m) pour passer par le petit trou, resté libre entre la stalagmite et la voûte, et découvert par M. l'abbé Albe. Une échelle de cordes de 15^m est nécessaire pour redescendre de l'autre côté de la grande barrière et reprendre la navigation sur le prolongement de la rivière dans la *galerie Albe*.

» Celle-ci est à peu près libre d'obstacles, et profonde, aux basses eaux, de 7^m (au pied aval de la barrière, au point où débouche le vase communiquant du bassin intermédiaire) à 3^m.

» Après 150^m de parcours, la rivière est de nouveau barrée, au point où MM. Viré et Giraud s'étaient arrêtés en avril 1899 et avaient cru voir une bifurcation (*Comptes rendus*, 8 mai 1899) qui n'existe pas en réalité : j'ai gravi avec une échelle le massif

stalagmitique de droite (la *petite pendeloque*) et constaté qu'il masque simplement la partie antérieure d'un considérable éboulement, qui a obstrué environ les deux tiers de la galerie primitive, en n'y laissant à gauche qu'un couloir encombré de gros blocs de rochers; *toute l'eau passe sous ces éboulis* longs de 100^m (galerie Bel), au bout desquels j'avais dû m'arrêter le 13 décembre 1899; le 30 mai dernier, j'ai repris ici la navigation sur une longueur de 125^m à 150^m, avec des profondeurs de 6^m à 7^m, et sans aucun obstacle, dans une galerie, d'abord large et haute d'une dizaine de mètres, et progressivement rétrécie en forme de fuseau ou de cigare (rivière du fuseau); elle se termine par une étroite et basse ouverture, large et haute de quelques décimètres seulement, formée par un rapprochement des parois, un abaissement de la voûte et un rideau de stalactites; on ne pourrait la franchir, au prix d'une grosse imprudence, qu'à la nage; l'emploi de la mine serait difficile à réaliser et surtout très dangereux, à cause du défaut d'espace pour l'échappement des gaz et des éboulements que l'explosion risquerait de provoquer dans la région disloquée de la galerie Bel.

» En résumé, les recherches de 1899 et 1900 allongent d'environ 400^m l'étendue accessible de la rivière souterraine de Padirac, dans la direction générale de l'ouest.

» Le fait le plus intéressant est celui de la production *récente* de l'éboulement de la galerie Bel : ce cataclysme en effet a établi, tout à fait accidentellement, une dénivellation, que j'évalue *grosso modo* à 1^m, entre la rivière du fuseau (aval) et la galerie Albe (amont); la digue de rochers et d'argile ainsi constituée a relevé le plan d'eau sur une étendue de 450^m jusqu'au trente-troisième gour, bien en amont de la grande barrière; ce relèvement de bief a eu pour conséquence les trois faits suivants : 1° une grosse borne de stalagmite a été submergée en amont de la grande barrière; 2° les pointes inférieures (stalactites) de la grande barrière se sont trouvées immergées, en laissant libre entre elles le bassin intercalaire dont j'ai parlé plus haut; 3° plusieurs groupes de stalagmites de la galerie Albe sont complètement enduites de l'argile, apportée par les crues souterraines, et décantée alors en amont de la digue de l'éboulis, qui fait, plus encore que le vase communiquant de la grande barrière, obstacle au libre écoulement des eaux. Or, comme les stalactites et stalagmites ne se forment point dans les eaux courantes, il est de toute évidence que celles que je viens de citer n'ont pu croître, à l'air libre, qu'avant le relèvement du plan d'eau qui les baigne actuellement, c'est-à-dire avant l'éboulement de la galerie Bel : celui-ci, postérieur au dépôt des concrétions, est donc nécessairement un phénomène de l'époque géologique actuelle.

» Ces nouvelles remarques établissent que la rivière de Padirac, n'ayant plus, malgré ses crues temporaires de 4^m et plus parfois, un débit

pérenne suffisant pour contre-balancer les causes de *remplissage* dues au développement des concrétions, d'une part, et aux effondrements intérieurs, d'autre part, doit bien être considérée comme ayant terminé la période de son creusement ou de son agrandissement, et comme étant entrée dans la phase du comblement ou de l'oblitération. Une fois de plus, tout ceci démontre quelle considérable déchéance ont encouru les précipitations atmosphériques, les ruissellements superficiels et les infiltrations souterraines depuis l'époque (fin du tertiaire ou début du quaternaire) où les eaux commencèrent à agrandir les fissures naturelles du sol pour les transformer en cavernes.

» Enfin, deux séries d'observations barométriques (une extérieure et une intérieure) ont montré qu'en quarante heures une baisse (*constante* du 12 au 14 décembre 1899) avait été de $11^{mm},5$ au dehors et $11^{mm},9$ à l'intérieur.

Déjà, en 1852, Ad. Schmidl à Adelsberg avait constaté (vingt-quatre heures d'observation) de même que les variations de la pression atmosphérique paraissent être un peu plus grandes dans les cavernes qu'à l'air libre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Combinaison des effets des révolutions synodique et tropique de la Lune : son action sur la marche des dépressions.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Rappelons les extrêmes qui définissent à peu près les profils des écarts synodiques et tropiques sur le quart du méridien de Greenwich ([1]).

	Écarts synodiques.		Écarts tropiques.			Écarts synodiques.		Écarts tropiques.		
	Minimum.	Jour.	Minimum.	Jour.	Totaux.	Maximum.	Jour.	Maximum.	Jour.	Totaux.
o	mm		mm		mm	mm		mm		mm
0....	−1 au	1	− 1 au	1	− 2,2	+1 au	15	+ 1 au	22	+ 2
10....	−1,5	1	− 0,6	27	− 2,1	+1,5	15	+ 0,9	15	+ 2,4
20....	−1,5	2 et 6	− 1	9	− 2,5	+1,5	16 et 21	+ 1,5	17	+ 3
30....	−2,3	1	− 2	12	− 4,3	+3	23	+ 2,2	17	+ 5,2
40....	−4	1	− 2,8	26	− 6,8	+2,5	11 et 22	+ 2,4	16 et 20	+ 4,9
50....	−3,5	7	− 3,5	13	− 7	+4,5	15	+ 4,5	5 et 11	+ 9
60....	−6	7	− 6	12	−12	+7	14 et 29	+ 5,1	24	+12,1
70....	−4	8 et 21	− 5	12	− 9	+5	14 et (29-1)	+ 3,6	27	+ 8,6
80....	−3,6	8 et 22	− 6,1	6	− 9,7	+4,5	13 et (29-1)	+ 6,7	27	+11,2
90....	−3,5	19	−10,1	11	−13,6	+4,3	1	+11,7	26	+16

([1]) Voir particulièrement aux *Comptes rendus :*
Sur les écarts synodiques, 10 juillet 1899, p. 128, et 17 mai 1900, p. 1279;
Sur les écarts tropiques, 2 octobre 1899, p. 129;
Sur le partage des cotes barométriques, au 50° *du méridien de Greenwich, entre*

» Ces totaux extrêmes sont atteints : au moins une fois par an à la coïncidence des jours synodique et tropique désignés, deux et quatre fois sur les parallèles où les écarts sont à peu près les mêmes à deux jours synodiques et à deux jours tropiques différents.

» Au méridien distant de 12°,4 à l'est du méridien de Greenwich, les extrêmes synodiques ci-dessus, comme les écarts synodiques de chaque jour, se reproduisent aux jours suivants. Ainsi, au 60e parallèle, nous avons sur ce méridien le minimum -6^{mm} au jour 8 et le maximum $+7^{mm}$ aux jours 15 et 1. Et ainsi de suite pour le tour du parallèle.

» Pour apprécier l'écart tropique en un point donné de l'hémisphère, il faut tenir compte de l'effet de torsion. Connaissant les cotes côté Greenwich et côté opposé, nous avons une approximation suffisante en admettant que, sur le parallèle, l'écart passe progressivement d'une cote à l'autre.

» C'est ainsi que, utilisant toujours les mêmes tableaux de moyennes, j'établis les écarts synodique et tropique et leur total, à midi Paris, à une date et en un point donnés.

» Du trouble équatorial jusques auprès du 20e parallèle, c'est l'onde diurne, d'amplitude un peu supérieure à celle de l'onde mensuelle synodique, dont l'effet prédomine, régulier surtout aux quadratures. Combiné avec la variation diurne solaire, il donne un maximum vers le jour synodique 5 ou 6 et les ÉqL.

» Sous cette influence et celle des conditions générales de la circulation, les tourbillons élémentaires, comme les cyclones, qu'ils soient provoqués par l'attraction [1], par la chaleur ou par les heurts des alizés, sont incessamment poussés de l'est vers les pieds du demi-méridien continental et les foyers C et B. Exemples donnés aux Notes insérées aux *Comptes rendus* des 21 novembre et 30 décembre 1895, pages 637 et 1177.

---

effets solaires et effets des révolutions synodique, tropique et anomalistique, 26 mars 1900, p. 861.

[1] *Génération des dépressions* (*Comptes rendus*, 16 mai 1898, p. 1449).

J'appelle toujours *méridien continental* le demi-méridien 100° W — 80° E; *méridien marin* le demi-méridien 20° W — 160° E; *foyers* C (américain) et B (indien avec auxiliaire sur Philippines) les lieux voisins du méridien continental, d'où partent et aboutissent les dépressions; *trajectoires* A et P (Atlantique et Pacifique) les routes suivies par les dépressions de C à B et de B à C, en projetant ou non, de leur sommet au méridien marin, un branchement sur le tourbillon polaire (TP). (Voir *Comptes rendus*, 25 juillet 1898, p. 251.)

» Formée de ces éléments, la dépression se charge de plus en plus en remontant lentement vers le nord. Quand, vers le 30e parallèle, elle est suffisamment chargée, elle part pour suivre, entière ou scindée, la trajectoire A ou P. La disposition générale de cette trajectoire et de ses affluents éventuels est, à chaque époque, commandée par la forme et la rotation du Globe, par les reliefs et la nature de la surface, par la saison solaire et par la saison lunaire affectée de la révolution du nœud. Mais les détails de la marche de la dépression n'en restent pas moins sous la dépendance des mouvements lunaires actuels, qui lui ouvrent ou lui ferment la voie, la révolution tropique dans le sens du méridien, la révolution synodique dans le sens du parallèle.

Exemples (1) :

11-18 avril 1883. Trajectoire A ascendante.

» 11 *avril :* Longitude (LW) du centre 100°. Latitude λ30°. Jour synodique (j. s.) 6. Jour tropique (j. t.) 4. Écart synodique, la veille + 0mm,5, le jour + 0mm,5. Écart tropique − 0,5 et + 0,4. Différence entre les totaux des écarts + 0,9. Différence barométrique réelle — 2mm,7. Stationnement en chargement.

	LW.	λ.	j. s.	j. t.	Différences des écarts.	Différences barométriques.	
	°	°			mm	mm	
12 avril..	102	35	7	5	+0,7	−4,5	Recul en chargement
13.......	100	40	8	6	−1,8	−7,5	Retour
14.......	96	43	9	7	−4,3	0	Marche à NE
15.......	90	47	10	8	−4,2	−7,5	Id.
16.......	80	50	11	9	−2	−3,8	à ENE
17.......	70	55	12	10	−3,8	−7,5	Id.
18.......	60	55	13	11	−2,4	»	à E

» La dépression va s'absorber dans l'antécédente.

19 mai-8 juin (du j. s. 13 au 4; du j. t. 17 au 8).
Trajectoires A et P.

» *Du* 19 *au* 28 *mai*, la dép. A marche de LW 97° λ 28° à LW 15° λ 60°.

» *Du* 23 *au* 28 *mai*, la dép. P monte de LE 96° λ 28° à LE 163° λ 54°.

(Observations et rapprochements analogues à ceux ci-dessus.)

(1) Pour le point marquant le centre de la dépression, j'établis les écarts moyens synodiques et tropiques de la date et de la veille et je compare la différence des sommes de ces écarts avec la différence des cotes réelles au même point : + hausse, — baisse, de la veille au jour.

	A.					P.				
			Différences					Différences		
Dates.	L.	λ.	écarts.	réelles.		L.	λ.	écarts.	réelles.	
	°	°	mm	mm		°	°	mm	mm	
29 mai.....	12 W	63	+1,2	0	Arrêt	170 W	60	+2,3	— 7,5	Bifurcation
30.........	2	66	+3,1	+2,5	Dislocation partielle	166	54	+3,2	—10	Branche descendante
31.........	10 E	78	—3,4	0	Marche à NNE	165	53	+1,7	0	Arrêt

» 1er *juin*, Pôle : écarts $-3^{mm},2$, réelle -15^{mm}. Croisement de A et du branchement P du 29. Rétablissement du tourbillon polaire.

1er juin.....	80 E	80	+0,2	0	Se détache du TP	165	52	+1,5	0	Arrêt
2..........	100	73	—2,3	—5	Descente vive	153	58	—4,6	0	Rebroussement
3..........	80	60	+0,6	0	Amortissement	144	62	—4,1	— 2,5	Marche à l'E
4..........	75	45	+0,7	0	Tour vers S	130	63	+1,5	— 1	» »
5..........	76	30	—1	—2,5	Descente à B	110	62	+1,3	0	Stationnement
6..........	»	»	»	»	»	105	55	—1,3	— 2,5	Descente rapide
7..........	»	»	»	»	»	98	52	—2,4	0	» »
8..........	»	»	»	»	»	102	35	+0,6	— 5	Jonction à C

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juillet 1900.

La Maison nationale de Charenton, par Charles Strauss. Paris, Imprimerie nationale, 1900; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Solidarité de la Botanique et de l'Agriculture, par M. le Dr D. Clos. Toulouse, imp. Saint-Cyprien, 1900; 1 fasc. in-8°.

La destruction du phylloxera par de simples labours, par Philippeau. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Vieux neuf chirurgical : L'antiseptie et les anciens, par le Dr H. Grasset. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°.

Institution d'Hygiène et de Magnétisme. Mme Vve P. Lagé-Krueger et fils. (*Notice.*) S. l. n. d.; 1 fasc. in-12.

Annales des Ponts et Chaussées. 1re partie, 1900, 1er trimestre. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille; t. X; Préface et fasc. I-VI. Paris, G. Masson, 1900; 7 fasc. in-4°.

Universidad central de España. Memoria del curso de 1898 *à* 1899, *y Anuario del de* 1899 *a* 1900. Madrid, 1900; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou; année 1898, n°s 2, 3, 4; année 1899, n° 1. Moscou, 1898-99; 3 fasc. in-8°.

Bulletin du Comité géologique de Saint-Pétersbourg; 1898, t. XVII, n°s 6-10; 1899, t. XVIII, n°s 1, 2. Saint-Pétersbourg, 1898-99; 7 fasc. in-8°.

Mémoires du Comité géologique de Saint-Pétersbourg; vol. VIII, n° 4; vol. XII, n° 3. Saint-Pétersbourg, 1898-99; 2 fasc. in-4°.

Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk; h. 58. Helsingfors, 1900; 1 vol. in-8°.

Ofversigt af Finska Vetenskaps-Societetens förhandlingar; XLI, 1898-99. Helsingfors, 1900; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 juillet 1900.)

Note de M. *A. Certes,* Sur la colorabilité élective des filaments sporifères du *Spirobacillus gigas* vivant, par le bleu de méthylène :

Page 76, note (4) B., *au lieu de* total 33, *lisez* total 3.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUILLET 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur le rayonnement de l'uranium.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Dans une récente Communication ([1]), en recherchant si l'uranium émettait des rayons déviables par un champ magnétique, j'ai été conduit à purifier les produits dont j'ai fait usage. J'ai employé un procédé indiqué par M. Debierne, qui consiste à mélanger au chlorure uranique du chlorure de baryum et à précipiter le baryum à l'état de sulfate. Ce sel entraîne avec lui un produit très actif émettant des rayons déviables, et le sel d'uranium qui reste dans la solution est moins actif qu'il ne l'était avant cette opération. Suivant la quantité relative de baryum introduite, on obtient

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1583.

un sulfate plus ou moins riche, et un sel uranique plus ou moins affaibli.

» Si l'on répète un grand nombre de fois cette opération sur le même produit uranique, le sulfate de baryte précipité est de moins en moins actif, et la diminution relative d'activité de l'uranium devient de moins en moins grande. J'ai ainsi pu étudier soit par la photographie soit avec l'électroscope l'activité décroissante d'un même produit après dix-huit précipitations successives de sulfate de baryte. A partir de la huitième opération, l'activité du produit uranique diminue très peu par les opérations successives; entre les produits n°s 8 et 12 on observe de petites variations d'intensité tantôt décroissantes, tantôt croissantes, qui peuvent tenir en partie à des causes étrangères, soit à la présence d'une plus ou moins grande quantité d'eau dans le sel qui est hygroscopique, soit au tassement plus ou moins grand de la matière pulvérulente, soit aux irrégularités du traitement chimique. Le n° 18 a donné une impression notablement plus faible que le n° 12.

» En étudiant l'absorption de ces divers produits au travers du papier noir puis de lamelles de verre de $0^{mm},1$ d'épaisseur et de lamelles d'aluminium de même épaisseur, on reconnaît que l'aluminium est plus transparent que le verre pour le rayonnement de produit non purifié, tandis que la transparence de l'aluminium est plutôt moindre que celle du verre pour le rayonnement des sels purifiés, à partir du n° 12.

» Si l'on mesure la conductibilité communiquée à l'air par le rayonnement de ces produits au travers du papier, on trouve que l'activité du sel non purifié étant prise pour unité, le produit n° 12 a une activité environ moitié moindre, et l'activité est réduite au sixième environ pour le n° 18. Cependant cette diminution n'est pas régulière pour la série des produits obtenus; entre le n° 8 et le n° 15 la diminution progressive de l'activité est très lente, le n° 15 est presque identique au n° 12, de sorte que si l'on bornait les opérations à la douzième où à la quinzième, on pourrait penser que l'uranium a un rayonnement propre environ moitié du rayonnement du sel non purifié; mais les préparations n°s 17 et 18 accusent de nouveau une diminution un peu plus rapide. Ces irrégularités peuvent être dues à des irrégularités dans les traitements chimiques successifs; il en résulte que ces expériences, qui demandent à être reprises et complétées, ne permettent pas encore de décider si l'uranium possède une activité propre, ou si cette activité est due à une substance étrangère qu'on pourrait enlever en totalité, de manière à obtenir de l'uranium inactif. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés de deux borures de silicium :* SiB^3 et SiB^6. Note de MM. **Henri Moissan** et **Alfred Stock**.

« Schutzenberger a fait connaître un siliciure de carbone de formule SiC à l'état amorphe [1]. Le même composé, préparé en cristaux par M. Acheson, a été le point de départ de l'industrie du carborundum. L'un de nous a démontré que le borure de carbone, CB^6, dont la composition avait été établie par Joly [2], peut se préparer en grande quantité au four électrique [3]. Ces deux composés : siliciure de carbone et borure de carbone, ont des propriétés similaires qui les rapprochent l'un de l'autre : leur aspect particulier, leur résistance aux réactifs et enfin leur dureté. Le siliciure de carbone raye le rubis mais ne raye pas le diamant, tandis que le borure de carbone peut tailler des facettes sur un diamant de peu de dureté.

» Les analogies si nombreuses que présentent les composés du carbone et du silicium permettaient de prévoir l'existence de composés semblables entre le bore et le silicium.

» Nous avons essayé tout d'abord de préparer ces nouveaux borures par union directe des éléments. Mais la combinaison du bore et du silicium ne s'effectue qu'à une température très élevée et nos premiers essais, tentés au four électrique, ont été infructueux. Dans ces conditions, la matière même des vases intervient avec facilité et complique l'expérience. Si l'on emploie un creuset de charbon, il se produit tout d'abord du borure de carbone et du siliciure de carbone. Enfin, il ne faut pas oublier qu'à cette température élevée l'oxyde de carbone, l'acide carbonique et l'azote réagissent avec facilité sur le bore et sur le silicium.

» Nous avons dû alors employer un dispositif particulier que nous décrirons en quelques lignes :

» Nous avons pris un tube de terre réfractaire de $0^m,20$ de longueur et de $0^m,045$ de diamètre, dont les extrémités étaient fermées par deux manchons de même substance. Ces derniers donnaient passage à deux électrodes en charbon de $0^m,03$ de diamètre. La distance entre les deux électrodes était environ $0^m,12$, et notre tube de terre réfractaire portait

(1) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1089.
(2) *Comptes rendus,* t. XCVII, p. 456.
(3) Moissan, *Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 556.

une ouverture latérale qui permettait d'emplir l'appareil avec un mélange bien desséché, de cinq parties de silicium cristallisé et d'une partie de bore pur. Nous employions 120^{gr} de ce mélange.

» Le silicium avait été obtenu au moyen du procédé de M. Vigouroux ([1]), et le bore avait été préparé par la méthode décrite par l'un de nous ([2]).

» Pour assurer le passage du courant au début de l'expérience, les deux charbons étaient réunis par quelques minces fils de cuivre. L'ouverture latérale de notre tube cylindrique en terre réfractaire était fermée par un couvercle de terre, puis recouvert ainsi que les manchons des extrémités d'une petite couche de terre réfractaire; enfin, tout l'appareil disposé dans une boîte de tôle était entouré de sable sec.

» Nous avons utilisé un courant alternatif de 45 volts que nous pouvions régler à volonté, grâce à une résistance métallique. Dans nos expériences, la durée de la chauffe était de 50 à 60 secondes et l'intensité du courant atteignait au maximum 600 ampères. Comme il est important d'éviter la formation d'un arc à l'intérieur de l'appareil, on avait soin d'avancer les électrodes au fur et à mesure que le volume du mélange diminuait par suite de sa fusion.

» En réalité, nous formions nos borures de silicium dans un bain de silicium en fusion en nous servant de ce dernier comme conducteur du courant.

» Après refroidissement, si la durée de la chauffe a été suffisante, on trouve dans l'appareil un culot de forme allongée, parfaitement fondu, très riche en silicium, et qui recouvre tout le fond du tube réfractaire. La surface de ce dernier est aussi attaquée, mais comme la durée de la chauffe est très courte, cette attaque est tout à fait superficielle. Elle n'a aucune action sur le résultat final. La surface du culot est nettoyée et l'on sépare les extrémités qui touchaient aux électrodes, et qui sont souillées par du siliciure de carbone. La masse fondue est ensuite concassée en petits fragments qui présentent l'aspect du silicium fondu et qui souvent renferment des géodes tapissées de petits cristaux très brillants.

» Cette substance est traitée par un mélange d'acide fluorhydrique et d'acide azotique qui possède la propriété bien connue de dissoudre le silicium. Il faut avoir soin de refroidir le mélange des acides pendant cette

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, p. 153.
([2]) Moissan, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 394.

attaque, qui ne doit se faire que sur de petites quantités de matière. Si la température s'élève, les borures produits entrent en effet en dissolution.

» Dès que le dégagement des vapeurs rutilantes est terminé, on sépare par décantation le résidu inattaqué, on lave à l'eau, et l'on sèche. On obtient ainsi des cristaux noirâtres souillés d'une quantité plus ou moins grande d'impuretés. Après avoir séparé les cristaux à l'aide d'un tamis, on soumet ces derniers à une purification par la potasse fondue au creuset d'argent.

» On emploie de la potasse ordinaire, non déshydratée, et il est important que la température ne s'élève pas beaucoup au-dessus du point de fusion de l'alcali. En ayant soin d'agiter au moyen d'une spatule, une demi-heure de chauffe suffit le plus souvent pour dissoudre tout ce qui est amorphe. Les cristaux sont ensuite lavés à l'eau, puis à l'acide azotique étendu, puis à l'eau bouillante, enfin séchés à 130°.

» Les cristaux ainsi obtenus sont noirs et doués d'un grand éclat; ils paraissent à l'œil nu, et même au microscope, être d'une parfaite homogénéité. Ils renferment cependant deux combinaisons différentes de bore et de silicium, ainsi que nous avons pu nous en assurer par une longue série d'analyses.

» Il nous a été tout à fait impossible de faire aucune séparation par la méthode des densités, mais en utilisant l'action de différents réactifs, nous avons pu, dans ce mélange, détruire l'un ou l'autre des deux borures. C'est ainsi qu'en traitant le mélange brut des deux composés par un grand excès d'acide nitrique à l'ébullition, il ne reste qu'un seul borure dont la formule devient constante et répond au symbole SiB^3. Au contraire, en fondant le mélange avec de la potasse, cette fois bien déshydratée, et à une température élevée, on détruit ce premier composé et l'on obtient un autre borure dont la formule SiB^6 devient aussi constante. Ce dernier corps se trouve en quantité plus grande que le précédent (80 à 90 pour 100).

» *Propriétés.* — Ces deux nouveaux borures de silicium appartiennent à cette série de corps dont nous parlions précédemment et dont le siliciure et le borure de carbone étaient jusqu'ici les seuls représentants.

» Ainsi que ces deux composés ils sont d'une très grande dureté, ils rayent avec facilité le cristal de roche et même le rubis le plus dur. Nous pensons que ces composés sont moins durs que le borure de carbone, car ils n'ont pas donné de stries sur la surface bien polie d'un diamant. Nous devons faire remarquer cependant que nous n'avons pas essayé de tailler un diamant avec cette poudre sur une meule d'acier.

» Le borure de formule SiB^3 a une densité de 2,52. Il se présente le plus souvent sous forme de lamelles rhombiques, de couleur noire, qui, lorsqu'elles sont très minces, deviennent transparentes et prennent une teinte qui varie du jaune au brun.

» Au contraire, le borure de silicium de formule SiB^6 se présente toujours en cristaux épais, opaques, et avec des faces assez irrégulières.

» Sa densité est de 2,47. Ces deux composés conduisent l'électricité.

» Les deux borures légèrement chauffés sont attaqués par le fluor avec un grand dégagement de chaleur et de lumière. Le chlore réagit au rouge avec incandescence, et le brome ne les attaque que lentement à la température de ramollissement du verre. A cette même température, l'iode est sans action.

» Chauffés à l'air, ou même dans l'oxygène, ils ne s'oxydent que difficilement, grâce à la couche de silice et d'acide borique qui se forme à leur surface et qui les protège contre une altération plus profonde. L'azote ne réagit pas sur ces borures à la température de 1000°.

» Ces nouveaux composés sont inattaquables par les acides halogénés et très lentement décomposables par l'acide sulfurique concentré et bouillant.

» Ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, l'acide nitrique concentré attaque assez rapidement le borure SiB^6, et beaucoup plus lentement le borure SiB^3.

» La potasse anhydre fondue attaque énergiquement le borure SiB^3. La réaction peut même se produire avec incandescence. Au contraire, dans les mêmes conditions, le borure SiB^6 ne se décompose que lentement et à une température beaucoup plus élevée. L'azotate de potassium fondu ne les attaque ni l'un ni l'autre, mais les carbonates alcalins en fusion ou un mélange de carbonate et d'azotate les décomposent au rouge avec vivacité.

» *Analyse.* — Ces deux borures ont été attaqués par la potasse fondue au creuset d'argent. La partie non décomposée qui restait après ces attaques était filtrée dans un creuset de Gooch, pesée à nouveau et employée pour une analyse ultérieure. Ce n'est que lorsque deux ou trois analyses successives obtenues dans ces conditions étaient concordantes que nous regardions le borure employé comme une espèce définie.

» La solution filtrée était divisée en deux parties, dont l'une servait au dosage de la silice et dont l'autre donnait la teneur en acide borique. Ce dernier dosage était effectué par un titrage au moyen de soude en présence

de mannite (¹). Le borure de formule SiB^6 renfermait une petite quantité de fer vraisemblablement à l'état de siliciure.

» Nous avons obtenu, pour des échantillons provenant de préparations différentes, les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie pour SiB^3.
B.............	54,38	53,10	54,43	53,75
Si.............	45,86	46,44	46,01	46,25

	1.	2.	3.	4.	Théorie pour SiB^6.
B.........	69,07	69,36	69,09	»	69,91
Si.........	29,89	30,10	29,45	»	30,09
Fe.........	»	»	»	0,99	»

» *Conclusions.* — En résumé, le bore et le silicium se combinent directement à haute température en produisant deux borures cristallisés de formule : SiB^3 et SiB^6.

» Ces deux nouveaux composés sont solubles dans le silicium fondu d'où l'on peut les retirer par un traitement à l'acide fluorhydrique et à l'acide azotique. Ces deux borures ont une densité voisine et possèdent une grande dureté. Tous deux rayent le rubis avec facilité. Ils résistent à la plupart de nos réactifs, mais le borure SiB^3 est plus attaquable par la potasse, tandis que le composé SiB^6, beaucoup plus riche en bore, se détruit avec beaucoup plus de facilité dans l'acide nitrique concentré. Il est curieux de rapprocher cette formation simultanée des deux borures de silicium, SiB^3 et SiB^6, de celle des deux borures de carbone qui prennent naissance d'une façon tout à fait comparable dans l'action du bore sur le carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cristallisation de l'or.* Note de M. **A. Ditte.**

« On sait que l'anhydride sulfurique peut réagir sur le sel marin; M. Rosenstiehl a montré (*Comptes rendus*, t. LIII, p. 658) qu'en distillant un mélange de ces deux corps on obtient du chlorure de pyrosulfuryle :

$$3SO^3 \text{ gaz.} + 2NaCl = S^2O^5Cl^2 \text{ liq.} + SO^4Na^2 + 15^{Cal},7;$$

(¹) Jones, *American Journal of Science*, t. VII, p. 147; Stock, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 516.

du chlorure de soufre et du chlore libre peuvent se trouver également au nombre des produits de la réaction :

$$8SO^3 \text{ gaz.} + 12NaCl = 6SO^4Na^2 + S^2Cl^2 \text{ gaz.} + 10Cl + 68^{Cal},7,$$

et ces différents corps prendront encore naissance quand on mettra en présence du sel marin, au lieu d'anhydride sulfurique libre, une substance capable d'en donner par sa décomposition pyrogénée, le pyrosulfate de soude, par exemple; on constate aisément que la distillation d'un mélange de chlorure et de pyrosulfate de sodium laisse dégager des vapeurs renfermant en particulier du chlorure de pyrosulfuryle.

» Si un métal se trouve mis en contact avec ces vapeurs chlorées, il pourra être attaqué, et cette attaque conduit à des résultats intéressants quand le métal est difficilement altérable par les divers réactifs.

» Considérons l'or, par exemple : introduisons dans un creuset de porcelaine un mélange bien sec de sel marin et de pyrosulfate de soude avec une lame d'or, chauffons de manière à fondre la masse saline et laissons refroidir après quelque temps de fusion. En examinant le contenu du creuset, on trouve, à la surface du culot, un voile très net d'or métallique brillant; à la face inférieure du couvercle sont des gouttelettes de sel marin également recouvertes d'un voile d'or, tandis que la masse saline est colorée en gris foncé. Un traitement par l'eau permet d'extraire la lame métallique et de constater qu'elle a subi une diminution de poids notable. De polie qu'elle était, elle est devenue mate en certains points, les parcelles d'or qui s'en sont séparées et que l'on recueille en filtrant la dissolution ont, à première vue, l'apparence de petites éponges, tandis que de son côté la liqueur filtrée est colorée en jaune clair et renferme un peu de chlorure d'or. Le métal a donc été attaqué dans ces circonstances; il a été partiellement chloruré, soit par le chlore libre, soit par le chlorure de pyrosulfuryle, la réaction

$$3S^2O^5Cl^2 + 2Au = Au^2Cl^6 + 3SO^3 + 3SO^2 + 51^{Cal},3$$

étant exothermique; un peu du chlorure formé est resté dissous dans le bain fondu à l'état de chlorure double d'or et de sodium, plus stable sous l'action de la chaleur que le chlorure d'or lui-même, dont la majeure partie, d'ailleurs, a été décomposée en mettant en liberté de l'or qui produit le voile métallique observé à la surface du bain et à celle des gouttes salines projetées contre les parois du creuset et de son couvercle.

» Le sulfate ferreux, qui, lorsqu'on le chauffe, se décompose facilement en donnant des anhydrides sulfureux et sulfurique devait pouvoir rempla

cer dans l'opération précédente le pyrosulfate alcalin; en effet, si l'on introduit dans un petit cylindre formé d'une feuille d'or enroulée et repliée à ses extrémités, du sulfate ferreux bien sec, qu'on place le cylindre dans un creuset de porcelaine où on l'entoure de sel marin fondu et pulvérisé, puis qu'après avoir enfermé le creuset de porcelaine dans une boîte de terre on chauffe le tout pendant quatre ou cinq heures au rouge, on s'aperçoit, après refroidissement, que l'or a été fortement attaqué; sa surface polie est devenue mate et elle est en partie revêtue d'or en mousse; la matière saline fondue est recouverte d'un voile brillant d'or dont une partie adhère aux parois du creuset et ne s'en détache pas pendant le lavage; quant au peroxyde de fer formé, il est resté en presque totalité dans le cylindre d'or où on le retrouve cristallisé en partie.

» Il est tout à fait remarquable que l'or détaché de la lame sous l'action des vapeurs chlorées a cristallisé, bien que la température soit demeurée inférieure à son point de fusion. Examiné au microscope, cet or, qu'il soit adhérent aux parois du creuset ou à la lame, ou bien qu'il ait été réparti dans la masse saline de laquelle le lavage permet de le séparer, se présente avec des formes souvent géométriques. Tantôt ce sont des lames rhomboïdales, des petits parallélipipèdes à arêtes émoussées; tantôt ce sont des rosaces à six branches dont les pointes sont des losanges; d'autres fois, on rencontre des sortes de feuilles de fougère, isolées ou associées aux rosaces; on trouve aussi des petits filaments tordus qui ne sont pas cristallisés, dont le diamètre varie d'un point à un autre, comme s'ils provenaient de groupements cristallisés, arrivés juste à leur point de fusion sans que la matière fondue ait pu se réunir en un globule. Au lieu de l'apparence de feuilles de fougère, les dendrites ont parfois celles de plumes constituées par des barbes longues et fines implantées sur une tige axiale, et fréquemment les rosaces dont nous avons précédemment parlé sont reliées ensemble par le prolongement plus ou moins plumeux de l'une de leurs branches. La lame attaquée présente aussi à sa surface des groupes plumeux et de la mousse d'or; celle-ci est formée de petits fils tordus parfois terminés par des cristaux à arêtes mousses; on y trouve également des groupements formés par des prismes allongés très nets implantés sur un prisme central dans plusieurs plans qui paraissent perpendiculaires à ce prisme, et chaque petite baguette est terminée par un pointement brillant souvent très net.

» Cette production d'or en petits filaments, ou d'or cristallisé, à une température inférieure au point de fusion du métal est assurément digne de remarque; les apparences observées rappellent tout à fait celles que

présentent à leur surface certains échantillons d'or natif, tels par exemple que certains de ceux que l'on peut voir dans les galeries de l'Exposition universelle, au milieu des minerais métallifères de diverse nature qui appartiennent aux États-Unis; elle pourra peut-être nous expliquer comment, dans certaines circonstances au moins, a pu se produire l'or natif des dépôts aurifères.

» Si, dans un mélange de pyrosulfate de soude et de sel marin, contenant une feuille d'or, on introduit un fragment de quartz et qu'on chauffe le tout pendant trois ou quatre heures au-dessous du point de fusion de l'or, on trouve après refroidissement que la lame a diminué de poids et que le quartz, dans la région qui coupait la surface du bain liquide, est entouré d'une ceinture discontinue d'or en cristaux microscopiques très adhérents, les uns très nets, les autres plus confus. D'une manière générale, dans les expériences de ce genre, à la surface de contact du liquide en fusion et du quartz, là où celui-ci est éloigné de la feuille d'or, il est garni d'une ceinture d'or brillant en cristaux plus ou moins nets, microscopiques et affectant les formes décrites plus haut; là où le quartz s'est fissuré, l'or a pénétré dans les fissures; il est en quantité plus ou moins grande suivant les circonstances de l'opération et suivant sa durée; on le trouve toujours sous les mêmes aspects d'aiguilles, de rosaces, de groupes cristallins plus ou moins complexes et de filaments contournés et irréguliers.

» On arrive naturellement à des résultats tout semblables quand on substitue le sulfate ferreux sec au pyrosulfate de soude. On peut, par exemple, placer au fond d'un tube de porcelaine d'environ 20^{cm} de long, 2^{cm} de diamètre et fermé par un bout, une petite boîte d'or renfermant quelques décigrammes de sulfate ferreux anhydre; disposer tout le long du tube une mince lame d'or d'environ 3^{mm} de large, remplir le tube de fragments de quartz, enfin verser par l'orifice quelques grammes de sel marin fondu pulvérisé dont la plus grande partie tombe au fond du vase, mais dont une certaine quantité est retenue sur le quartz; le tube étant incliné légèrement dans un grand creuset de terre, puis chauffé pendant deux heures, contient après refroidissement, au fond, une masse de sel fondu empâtant la boîte d'or et quelques fragments de quartz. Cette boîte, ainsi que la portion de la lame immergée dans le sel en fusion, sont fortement rongées et portent, à leur surface, de la mousse d'or présentant, au microscope, les apparences décrites plus haut. Au-dessus, des fragments de quartz sont collés à la lame d'or par de petites quantités de sel marin et sur ces fragments la feuille d'or a été altérée; des deux côtés de la lame, l'or

s'est déposé sur le quartz, sous la forme d'arborescences cristallines, de dendrites, de filaments d'apparence fondue, de groupements ayant la forme d'une croix de Lorraine dont les branches, qui paraissent être des prismes quadratiques ou des cubes très allongés, sont terminées par des cristaux imparfaits. Au milieu de l'or ainsi déposé brillent quelquefois de rares cristaux isolés et aussi quelques lamelles cristallines de peroxyde de fer. La mousse métallique est formée de petites baguettes minces, carrées, striées, terminées par un pointement ayant tantôt la forme d'une pyramide quadrangulaire très surbaissée, tantôt celle d'un losange, tantôt celle d'un groupement en chapelet dû à trois ou quatre losanges implantés l'un sur l'autre dans un même plan. La liqueur qui provient du traitement de la masse saline par l'eau contient un peu de perchlorure de fer.

» Or, on peut aisément concevoir que l'or se trouvant en un point quelconque du sol ait pu se rencontrer au voisinage de sel marin ou d'autres chlorures et de sulfate ferreux provenant de l'oxydation lente de pyrites ou de toute autre cause; sous l'influence d'une température peu élevée, celui-ci devient anhydre puis se décompose en donnant des vapeurs d'anhydride sulfurique capable d'attaquer les chlorures anhydres en formant les produits gazeux susceptibles de chlorurer l'or. Le chlorure d'or formé, ultérieurement entraîné par des vapeurs chlorées, du sel marin ou des eaux minérales a pu aller imprégner du quartz situé à une distance plus ou moins grande, pénétrer dans ses fissures et, plus tard, sous l'action d'une température plus haute, se décomposer au sein de vapeurs chlorées et donner lieu à la formation de dépôts d'or métallique, soit à la surface, soit à l'intérieur des fissures plus ou moins fines, du quartz. Il a pu arriver également que des eaux minérales contenant le chlorure d'or aient renfermé aussi de la silice, se soient lentement évaporées et que la consolidation définitive du quartz ait eu lieu à une température à laquelle le chlorure d'or ne pouvait plus exister, sa décomposition, qui commence vers 180°, étant complète, comme on sait, vers 230°.

» L'acide sulfureux provenant de la décomposition du sulfate ferreux ne joue d'ailleurs aucun rôle dans le phénomène; il n'agit pas sur le sel marin, et si l'on dirige au rouge un courant de ce gaz dans un tube contenant une nacelle remplie de sel marin et contenant une feuille d'or, celle-ci, au bout de plusieurs heures, n'a pas changé de poids et le poli de sa surface est resté le même.

» Les composés qui se forment dans l'action réciproque du sel marin et des produits de décomposition du sulfate ferreux peuvent aussi rendre

compte de ce fait que les quartz aurifères renferment ordinairement des sulfures métalliques plus ou moins aurifères, la pyrite, en particulier, qui semble être un élément essentiel du remplissage filonien et qu'on rencontre dans presque tous les districts aurifères; du sulfure de sodium peut se former dans l'action des gaz sulfureux et sulfurique sur le sel marin :

$$26SO^3 \text{gaz} + 4SO^2 + 20NaCl = 9SO^4Na^2 + 10SO^2O^5Cl^2 + Na^2S + 10^{Cal},0$$

et celui-ci peut, à son tour, engendrer de la pyrite au contact du sesquioxyde de fer, si l'opération a lieu à une température compatible avec l'existence de ce bisulfure

$$SO^3 + SO^2 + Fe^2O^3 + 2SO^2 + 3Na^2S = 2FeS^2 + 3SO^4Na^2 + 268^{Cal},9 + 2q$$

(q étant la chaleur que dégage S en se combinant avec FeS pour faire du bisulfure FeS^2). La pyrite peut résulter aussi de l'action du peroxyde de fer sur le chlorure de soufre qui, nous l'avons vu, peut être produit dans l'action du sel marin sur l'acide sulfurique anhydre

$$8SO^3 + 12NaCl = 6SO^4Na^2 + S^2Cl^2 \text{gaz} + 10Cl + 68^{Cal},7,$$

$$4S^2Cl^2 \text{gaz} + 3Fe^2O^3 = 4FeCl^2 + 2FeS^2 + 3SO^2 + SO^3 \text{gaz} + (46^{Cal},0 + 2q)$$

(q étant le nombre précédent); le chlorure ferreux pouvant, du reste, sous l'action du chlore libre, devenir chlorure ferrique.

» La production du sulfure de sodium est facile à mettre en évidence : du sel marin légèrement ferrugineux étant chauffé avec du pyrosulfate de soude, de l'or et du quartz, la liqueur qui provient de la dissolution dans l'eau de la masse saline refroidie possède l'odeur du sulfure de sodium dissous et elle en a les réactions; elle précipite en noir par le sulfate de cuivre, par exemple; une opération faite sur 10^{gr} de sel marin et $3^{gr},5$ de pyrosulfate de soude a donné 81^{mgr} de sulfure de sodium. Quant aux sulfures de cuivre, de zinc, de plomb, etc., qui se rencontrent dans le quartz au nombre des sulfures aurifères, ils peuvent être attribués à des réactions du même genre que celle qui donne la pyrite par l'action du chlorure de soufre sur les oxydes correspondants, ou bien à celle du chlorure de pyrosulfuryle et des gaz qui l'accompagnent,

$$S^2O^5Cl^2 + 2PbO + 4SO^2 = PbS + PbCl^2 + 5SO^3 + 26^{Cal},0,$$

et l'anhydride sulfurique réagissant sur le sel marin régénère en même temps que du sulfate de soude, les composés chlorés et sulfurés $S^2O^5Cl^2$, S^2Cl^2, Cl signalés plus haut, grâce auxquels les réactions se font de ma-

nière successive. Toutes ces actions sont du reste plus ou moins aisées, suivant les proportions des corps qui se trouvent mis en présence et suivant leur température; on comprend bien par l'enchaînement de ces actions simultanées, qu'en même temps que de l'or peut être attaqué et transporté, en cristallisant, d'un point à un autre, les vapeurs sous l'influence desquelles ces phénomènes ont lieu puissent donner lieu à la formation des sulfures métalliques, de la pyrite de fer en particulier, qui se trouvent dans les gisements de quartz aurifères.

» Le platine est attaqué dans les mêmes circonstances que l'or et donne lieu à des phénomènes du même ordre. Si, en effet, on vient à chauffer dans un creuset de ce métal un mélange de pyrosulfate de soude et de sel marin, la masse fondue se colore rapidement en gris foncé, la surface de la matière est partiellement recouverte d'un voile métallique et le traitement par l'eau donne une liqueur renfermant un peu de chlorure de platine et laisse un résidu de ce métal. Le platine a subi comme l'or l'action des vapeurs chlorurées et sulfurées; avec le chlorure de pyrosulfuryle, par exemple, on a

$$2S^2O^5Cl^2 + Pt = PhCl^4 + 2SO^3 + 2SO^2 + 64O,$$

et le chlorure formé en s'unissant au sel marin, échappe en partie à la décomposition sous l'action de la chaleur qui donne lieu à la formation d'une certaine quantité de platine métallique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la solubilité du phosphate tricalcique dans les eaux des sols, en présence de l'acide carbonique.* Note de M. **Th. Schlœsing.**

« On admet assez ordinairement que l'acide carbonique contenu dans les eaux qui imbibent les sols possède la faculté de dissoudre, dans une mesure notable, les phosphates tricalciques pulvérulents employés comme engrais; il contribuerait ainsi à leur diffusion et, conséquemment, à leur assimilation. L'intérêt que présente cette question a déjà engagé plusieurs savants à en faire l'objet de leurs recherches; je crois cependant que le point de vue, indiqué dans ce qui va suivre, est nouveau.

» Dans une étude récente sur les très petites quantités d'acide phosphorique contenues dans les eaux des sols, M. Th. Schlœsing fils a établi que l'acide carbonique libre présent dans ces eaux n'ajoute rien, fût-il très abondant, à la proportion de l'acide phosphorique dissous, quand il est accompagné de la quantité de bicarbonate de chaux répondant à sa

tension (¹). Cette passivité assez inattendue de l'acide carbonique, que M. Th. Schlœsing fils a observée en opérant sur le mélange de phosphates divers et si peu définis contenus dans les sols, il était bien probable qu'on la retrouverait encore si l'on remplaçait ce mélange par du phosphate tricalcique seul. Pour éclairer ce point, il fallait d'abord préparer du phosphate tricalcique suffisamment pur, puis étudier comparativement sa solubilité dans l'eau pure, dans l'eau chargée, à divers degrés, d'acide carbonique, enfin et surtout dans l'eau chargée à la fois d'acide carbonique et du bicarbonate de chaux correspondant. Tel a été l'objet des recherches très simples que je vais résumer.

» J'ai renoncé à préparer le phosphate tricalcique par le procédé habituel, qui consiste à précipiter ce composé, au sein d'une solution d'un sel calcaire, par une dissolution ammoniacale de phosphate de soude. J'ai craint que le phosphate ainsi obtenu, très difficile à bien laver à cause de son état gélatineux, ne retînt du phosphate sodique qui aurait troublé tous mes résultats. J'ai voulu proscrire toute autre base que la chaux et préparer mon phosphate en saturant de l'acide phosphorique pur (15^{gr} à 20^{gr} dans 1^{lit}) par des additions successives d'un lait étendu de chaux pure, dépouillé par repos et décantation des parcelles d'hydrate calcique les plus grossières.

» La dissolution acide est enfermée dans un flacon de 2^{lit} qu'on agite en le faisant tourner autour d'un axe. L'hydrate disparaît d'abord et le liquide reste limpide; puis il se forme un précipité cristallin de phosphate bicalcique que de nouvelles additions d'hydrate transforment en phosphate tricalcique. On est averti que la transformation est achevée quand le liquide, qui jusque-là devenait neutre après agitation, persiste à rester alcalin. Le précipité ainsi obtenu n'est pas gélatineux; il est pulvérulent et se réunit au fond du flacon, en sorte qu'on peut le laver à l'eau bouillie, par des décantations successives, jusqu'à ce que l'eau de lavage soit neutre. On termine la préparation en réunissant le phosphate sur un filtre et le desséchant à une température peu élevée, voisine de 60°.

» A moins de compliquer ces très simples opérations, on n'évite pas absolument le contact de l'air, et le phosphate se trouve souillé d'une petite quantité de carbonate de chaux. Mais on peut toujours y doser l'acide carbonique, calculer la chaux correspondante et constater, après défalcation du carbonate de chaux, que tout le reste est bien du phosphate tribasique.

(¹) Pour l'intelligence de ce qui va suivre, je rappelle que j'ai fait connaître une relation mathématique entre les tensions de l'acide carbonique dissous dans l'eau et les quantités de bicarbonate de chaux dissoutes en vertu de ces tensions, pour les températures de 16°-30° et 45° (*Comptes rendus*, 1872).

» L'analyse du phosphate qui a servi à mes recherches m'a donné les résultats suivants :

Opéré sur 1191^{mgr} de matière.

	mgr
Eau	60,3
Acide carbonique	15,5
Chaux correspondant à CO^2	19,8
Chaux combinée à l'acide phosphorique	595,1
Acide phosphorique	498,2
	1188,9

D'où, abstraction faite du carbonate,

	trouvé.	$(PO^4)^2Ca^3 + H^2O$.
Eau	5,22	5,49
Chaux	51,59	51,22
Acide phosphorique	43,19	43,29
	100,00	100,00

» Pour déterminer sa solubilité, j'en mettais 1^{gr} dans un flacon de 1^{lit},500 contenant environ 1250^{cc} de l'un des liquides cités ci-dessus, et je faisais tourner le flacon pendant une journée. Le lendemain, je filtrais le liquide déjà presque clarifié par le repos; le flacon était muni d'un siphon et d'un tube de Mariotte, en sorte que la filtration était continue avec un niveau constant dans le filtre.

» Les dissolutions d'acide carbonique étaient obtenues par le mélange, en proportions variées, d'eau pure et d'eau saturée d'acide carbonique.

» Pour préparer des dissolutions d'acide carbonique saturées de bicarbonate de chaux, j'ajoutais plusieurs grammes de carbonate calcique pur en poudre à l'eau plus ou moins riche en acide carbonique contenue dans un flacon que je faisais tourner pendant douze à quinze heures. Après repos, le liquide clair était décanté rapidement à l'aide d'un large siphon dans un flacon où j'avais introduit d'avance 1^{gr} de mon phosphate et que l'on mettait à tourner pendant une journée.

» Les résultats que j'ai obtenus sont rapportés dans le Tableau suivant :

Dissolvants employés (température comprise entre 16° et 20°).

		Dans un litre filtré. Acide phosphorique (P^2O^5).	Chaux (CaO)
	I.		
(1).	Eau distillée bouillie	0,74 mgr	»
	II. *Dissolutions d'acide carbonique.*		
(2).	1200^{cc} eau distillée 50 eau saturée de CO^2	6,9	»
(3).	1000 eau distillée 250 eau saturée de CO^2	48,5	»
(4).	1250 eau saturée de CO^2	91,9	

III.

Dissolutions d'acide carbonique et de bicarbonate de chaux.

1 litre filtré contient :

				Dans un litre filtré. Acide phosphorique (P^2O^5).	Dans un litre filtré. Chaux (CaO).
(5) Eau de source.	Carbonate de chaux		13 mgr	mgr 0,38	mgr 100
	Bicarbonate.	Carbonate	166		
		Acide carbonique	73		
	Acide carbonique libre		9		
(6).	Carbonate de chaux		13	1,1	162,3
	Bicarbonate.	Carbonate	277		
		Acide carbonique	122		
	Acide carbonique libre		49		
(7).	Carbonate de chaux		13	0,80	218,8
	Bicarbonate.	Carbonate	376		
		Acide carbonique	165		
	Acide carbonique libre		105		
(8).	Carbonate de chaux		13	1,77	273,3
	Bicarbonate.	Carbonate	475		
		Acide carbonique	209		
	Acide carbonique libre		206		
(9).	Carbonate de chaux		13	1,30	312,7
	Bicarbonate.	Carbonate	545		
		Acide carbonique	240		
	Acide carbonique libre		301		

» Les très petites quantités d'acide phosphorique qui, dans le Tableau précédent, ont été dissoutes par l'eau bouillie (Expérience 1) et par l'eau diversement chargée d'acide carbonique et de bicarbonate de chaux (Expériences 5, 6, 7, 8, 9) sont encore probablement trop élevées. En effet, quand on fait passer à travers un filtre tout un litre d'un liquide qui tient en suspension des poussières d'une extrême ténuité (ces poussières étaient du phosphate tricalcique dans mes filtrations), on ne saurait garantir que le papier, si serré que soit son feutrage, retient absolument toutes ces poussières. Une semblable cause d'erreur, négligeable quand elle affecte des quantités d'une certaine importance, devient notable quand elle porte sur des poids de substance très faibles. Aussi, ce qu'il faut considérer dans le Tableau ci-dessus, pour les quantités très petites, c'est l'ordre de grandeur bien plus que la valeur absolue des nombres.

» Cette réserve faite, on voit nettement :

» Que le phosphate tribasique, tel que je l'ai obtenu, est extrêmement peu soluble dans l'eau distillée privée d'acide carbonique par l'ébullition;

» Qu'il se dissout dans l'eau chargée d'acide carbonique, en quantité d'autant plus notable que la proportion d'acide est plus grande, ce qui était du reste à prévoir, d'après ce qu'on sait;

» Qu'il devient extrêmement peu soluble, si l'acide carbonique est accompagné dans sa dissolution de la quantité de bicarbonate calcique qui correspond à sa tension.

» Si l'on veut bien remarquer que des dissolutions (6, 7, 8, 9), dans lesquelles les tensions de l'acide carbonique resté libre à côté du bicarbonate de chaux étaient beaucoup plus considérables que les tensions observées dans les eaux des sols, ont dissous des quantités d'acide phosphorique tout au plus comprises entre $0^{mgr},8$ et $1^{mgr},77$; si l'on remarque encore que la dissolution (5), qui se rapproche le plus de celles des eaux des sols, n'a dissous que $0^{mgr},38$ d'acide phosphorique, la moitié de ce qu'a dissous l'eau bouillie, on admettra avec moi que les dissolutions qu'on rencontre ordinairement dans les sols, en présence de mon phosphate tricalcique, n'en dissoudraient pas plus que l'eau bouillie, et que conséquemment l'acide carbonique contenu dans ces dissolutions n'ajoute rien à la solubilité du phosphate, quand il est associé à la quantité de bicarbonate calcique répondant à sa tension, ainsi qu'il arrive dans les sols qui ne sont pas absolument dénués de calcaire.

» Il sera facile de voir si cette conclusion s'étend aux phosphates naturels employés comme engrais; cela paraît extrêmement probable *a priori*, puisque ces phosphates, plus cohérents que le phosphate artificiel, doivent aussi être doués d'une résistance plus grande à l'action de l'acide carbonique. »

BOTANIQUE. — *Nouvelles recherches sur la double fécondation chez les Végétaux angiospermes;* par M. L. GUIGNARD.

« A la suite de mes premières publications sur l'existence de la double fécondation chez diverses Monocotylédones : *Lilium* [1], *Fritillaria* et *Endy-*

[1] L. GUIGNARD, *Sur les anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les Végétaux angiospermes* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 869, et *Revue gén. de Botanique*, t. II, p. 129; 1899).

mion ([1]), j'ai fait connaître, au commencement de l'année actuelle, le même phénomène chez les Tulipes ([2]). Dans ce dernier Travail se trouvait énoncée l'opinion que la double fécondation, qui donne naissance, d'une part à l'embryon, d'autre part à l'albumen, pouvait désormais être considérée comme un fait général chez les Angiospermes. Je me réservais de le montrer en publiant ultérieurement les observations que j'avais déjà faites sur plusieurs Dicotylédones, parmi lesquelles je citais, en particulier, les Renonculacées.

» Cette mention a provoqué, tout récemment, la publication d'une courte Note de Mlle E. Thomas sur une espèce de cette dernière famille, le *Caltha palustris* ([3]). L'auteur a aperçu, au contact du noyau de l'oosphère, un petit noyau vermiforme incurvé, et, au contact du noyau secondaire du sac embryonnaire, un autre noyau paraissant bien être, par l'ensemble de ses caractères, le second noyau mâle sorti en même temps que le premier du tube pollinique.

» D'autre part, M. Nawaschine vient de faire paraître, sur le même sujet, une Communication préliminaire dans laquelle il donne un aperçu de ses observations sur les Renonculacées, les Composées et les Orchidées ([4]). Les espèces mentionnées sont le *Delphinium elatum*, l'*Helianthus annuus* et le *Rudbeckia laciniata*, le *Phajus Blumei*, ainsi qu'une autre espèce de ce dernier genre, et l'*Arundina speciosa*.

» Dans les trois premières, les deux noyaux polaires se fusionnent longtemps avant la fécondation pour former le noyau secondaire du sac embryonnaire; dans les Orchidées, au contraire, les noyaux polaires resteraient toujours distincts.

» M. Nawaschine a constaté que, dans le *Delphinium*, les deux cellules génératrices, qui présentent l'aspect de corps vermiformes dans le tube pollinique, s'unissent si rapidement, l'une avec le noyau de l'oosphère, l'autre avec le noyau secondaire, qu'il n'a pu les rencontrer libres dans

---

([1]) L. Guignard, *Les découvertes récentes sur la fécondation chez les Végétaux angiospermes* (*Volume jubilaire du Cinquantenaire de la Société de Biologie*, p. 189; 1899).

([2]) L. Guignard, *L'appareil sexuel et la double fécondation dans les Tulipes* (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 8e série, t. XI, p. 365).

([3]) Ethel N. Thomas, *On the presence of vermiform nuclei in a Dicotyledon* (*Annals of Botany*, juin 1900, p. 318).

([4]) S. Nawaschine, *Ueber die Befruchtungsvorgänge bei einigen Dicotyledonen* (*Ber. der deutsch. Bot. Gesellsch.*, numéro du 22 juin 1900).

l'intérieur du sac embryonnaire. Par contre, l'*Helianthus* lui a permis d'apercevoir dans un même sac les deux gamètes mâles, sous forme de filaments rappelant par leur aspect les anthérozoïdes des Cryptogames vasculaires. La figure qu'il en donne représente l'un d'eux encore libre dans le protoplasme de l'oosphère, l'autre fixé par l'une de ses extrémités tordue en spirale sur le noyau secondaire du sac embryonnaire ([1]).

» Dans le *Rudbeckia,* il a observé deux cas où l'un des gamètes mâles se trouvait dans le protoplasme de l'oosphère, à quelque distance du noyau femelle, tandis que l'autre était en voie de fusion avec le noyau secondaire sur le point de se diviser. Les gamètes mâles de cette plante étaient plus courts, plus épais, moins contournés que ceux de l'*Helianthus*, et à structure finement poreuse plus apparente.

» Quant aux Orchidées, dont il n'est d'ailleurs fait qu'une très courte mention, elles présenteraient cette particularité que, malgré leur accolement avec l'un des gamètes mâles, les deux noyaux polaires restés distincts l'un de l'autre n'entrent pas en division, même après les premiers cloisonnements de l'œuf, et, par suite, ne forment pas d'albumen.

» Ces observations m'engagent à donner aujourd'hui un aperçu des recherches que j'ai faites de mon côté sur la même question ([2]).

» Tout d'abord, aux divers exemples dans lesquels j'ai décrit antérieurement la double fécondation chez les Monocotylédones, j'en ajouterai deux autres, empruntés au *Narcissus poeticus* et au *Scilla bifolia.* Le sac embryonnaire de ces deux plantes se distingue avant tout de celui du Lis, de la Fritillaire et de la Jacinthe des bois par la fusion complète, avant le moment de la fécondation, des deux noyaux polaires en un noyau unique volumineux, pourvu d'un gros nucléole. Dans le Narcisse, ce noyau secondaire est situé ordinairement dans la région inférieure du sac embryonnaire très grand, au voisinage des antipodes, mais parfois aussi vers le milieu du sac. Dans la Scille, où le sac est beaucoup plus petit, le noyau secondaire est à peu de distance de l'oosphère et également voisin des antipodes, dont

(1) Par l'ensemble de ses caractères, le sac embryonnaire de cette espèce ressemble beaucoup à celui des *Silphium,* qui a été étudié par M. Merrell. Cet observateur n'y a pas aperçu la fécondation; mais il a remarqué, dans le grain de pollen lui-même, les deux noyaux mâles sous forme de filaments sinueux et parfois tordus en spirale (*Botanical Gazette,* février 1900).

(2) Elles auraient été publiées plus tôt et plus en détail que je ne puis le faire ici, si des obligations professionnelles multiples, auxquelles s'est ajoutée la charge de la direction de l'École de Pharmacie, ne m'en avaient empêché.

la grosseur est relativement considérable. Chez ces deux plantes, les gamètes, ou anthérozoïdes, sont de forme allongée et incurvée, et plus petits dans la Scille que dans le Narcisse; ils m'ont présenté, peu de temps après leur arrivée dans le sac embryonnaire, une apparence granuleuse. Dans le Narcisse, j'ai vu, soudé au noyau secondaire, l'un de ces gamètes devenu ovoïde et resté parfaitement distinct, jusqu'aux premiers indices de la division de ce noyau secondaire; l'autre était plus largement uni au noyau de l'oosphère. La division du noyau secondaire précède notablement celle de l'œuf.

» Chez les Dicotylédones, j'ai constaté l'existence de la double copulation dans les Renonculacées (*Caltha palustris*, *Ranunculus Flammula*, *Helleborus fœtidus*, *Anemona nemorosa*, *Clematis Viticella*, *Nigella sativa*), les Résédacées (*Reseda lutea*), les Malvacées (*Hibiscus Trionum*), les Composées (*Heliopsis patula*, *Spilanthes oleracea*, *Guizotia oleiflora*, *Rudbeckia grandiflora* et *R. laciniata*). Pour cette dernière espèce, la coïncidence de mes recherches avec celles de M. Nawaschine n'a pas lieu de surprendre, car, chez les Composées, les *Rudbeckia* sont au nombre des espèces dont l'étude est la moins difficile; les ovules peuvent être très facilement extraits de l'ovaire et le sac embryonnaire est un des plus grands et des plus faciles à fixer par les réactifs parmi ceux que l'on rencontre dans cette famille ([1]).

» Dans tous ces exemples, le noyau secondaire du sac est formé, par fusion complète des noyaux polaires, assez longtemps avant le moment de la fécondation ([2]). L'union des gamètes mâles avec ce noyau et avec celui de l'oosphère se fait avec une grande rapidité.

» Le *Caltha* et le *Ranunculus* m'ont fourni des préparations dans lesquelles l'un des noyaux mâles était appliqué, en forme de croissant renflé au centre, sur le noyau de l'oosphère dont il se distinguait facilement par la colorabilité plus grande de ses granulations chromatiques; l'autre noyau, moins allongé, était également facile à voir au contact du noyau secondaire, dont le réseau chromatique commençait à s'épaissir pour entrer en division.

([1]) Mes recherches antérieures sur « *le développement de la graine et du tégument séminal* chez les Composés » (*Journal de Botanique*, 1893) m'avaient d'ailleurs guidé dans le choix des matériaux.

([2]) Ce fait était déjà connu pour nombre de Dicotylédones depuis mes observations, déjà anciennes, sur le développement du sac embryonnaire.

» L'*Helleborus fœtidus* offre une protogynie très manifeste et la fécondation doit y être étudiée plus tôt qu'on ne pourrait le croire au premier abord, ce qui fait que je n'ai rencontré qu'un seul cas dans lequel les noyaux mâles, soudés au noyau de l'oosphère et au noyau secondaire, s'étaient déjà quelque peu renflés. Le même stade a été observé dans la Clématite.

» Mes recherches les plus nombreuses ont porté sur l'*Anemone nemorosa*, où la fécondation a lieu aussi très peu de temps après l'épanouissement de la fleur. Cette plante offre un sac embryonnaire beaucoup plus grand que la précédente. Le noyau secondaire, très volumineux, se trouve le plus souvent vers le bas, au voisinage des antipodes très développées et dont les noyaux se fragmentent en plusieurs masses chromatiques. Il est relié à l'appareil femelle situé au sommet du sac par une épaisse traînée protoplasmique, dans laquelle il semble parfois qu'il remonte en se rapprochant de l'oosphère au moment de la fécondation. Les gamètes mâles que j'ai pu observer à l'état de liberté dans le protoplasme de l'oosphère et dans la traînée protoplasmique sous-jacente avaient la forme de petits corps allongés, légèrement courbés, avec une structure granuleuse ([1]). Dans un cas, l'un d'eux se trouvait en contact par un bout avec le noyau de l'oosphère, l'autre était encore à une certaine distance du noyau secondaire du sac; dans d'autres préparations, l'un des noyaux mâles était étroitement soudé, en forme de croissant, au noyau de l'oosphère, avec lequel il se confond très rapidement.

» Après cette fusion, on peut trouver pendant assez longtemps, dans l'Anémone et d'autres Renonculacées, autour de la cellule femelle

([1]) M. Nawaschine me reproche d'avoir considéré les anthérozoïdes des Liliacées comme ayant une structure homogène et comme étant parfois rayés en spirale. Il me semble qu'il n'a pas suffisamment fait attention aux termes dont je me suis servi et qui sont les suivants : « Presque homogène au sortir du tube pollinique, leur corps offre bientôt de fines granulations nucléiniennes, qui grossissent dans la suite et se disposent en un réseau filamenteux.... Parfois même, à un stade avancé, les cordons chromatiques présentent à la périphérie du corps une disposition d'apparence spiralée; mais la coupe transversale montre que des cordons se dirigent également en tous sens à son intérieur. » Il n'est donc pas question d'une structure complètement homogène. D'autre part, si l'on suppose qu'un noyau ait son filament chromatique unique ou ses chromosomes disposés surtout à la périphérie et que ce noyau soit tordu en spirale, il est facile de concevoir que ces éléments pourront offrir à la surface l'apparence spiralée. C'est précisément ce que j'ai constaté, d'une façon certaine, dans plusieurs anthérozoïdes, non pas à l'état de liberté, mais après un assez fort grossissement au contact des noyaux polaires.

fécondée, un certain nombre de globules ou de petits corps ovoïdes, allongés ou même courbés, qui présentent les réactions de la chromatine et ne sont pas sans rappeler parfois l'aspect de noyaux mâles au moment de leur pénétration dans le sac embryonnaire. Ces corps chromatiques, dont la présence m'avait d'abord paru singulière, proviennent d'une condensation et d'une fragmentation spéciales des noyaux des synergides.

» J'ai observé, dans le *Nigella sativa*, le stade où le tube pollinique venait de pénétrer dans le sac embryonnaire au contact de l'une des synergides, dont il avait provoqué la désorganisation. L'un des noyaux mâles était sorti du tube et présentait l'aspect d'un corps vermiforme court et fortement tordu sur lui-même; l'autre, moins incurvé, se trouvait encore dans l'extrémité élargie du tube pollinique.

» Chez toutes les Renonculacées examinées, la division du noyau secondaire, postérieure à la fécondation, précède de beaucoup celle de l'œuf, et il se forme ainsi un assez grand nombre de noyaux d'albumen avant les premiers cloisonnements de l'embryon.

» Dans le *Reseda lutea*, l'appareil femelle présente cette particularité, que le noyau de l'oosphère, relativement pauvre en chromatine, est moins gros que les noyaux des synergides; son unique nucléole est également plus petit. Le noyau secondaire du sac se trouve toujours au contact ou tout au moins fort rapproché de l'appareil femelle. Les noyaux mâles m'ont paru grêles et en forme de virgule. Dans les ovules fécondés, les bords du tégument ovulaire interne sont souvent largement écartés par le tube pollinique. Dans un cas, où la fécondation venait de se produire, un second tube pollinique avait pénétré assez loin dans la cavité du sac embryonnaire et son extrémité était venue en toucher la paroi latérale; elle renfermait encore, dans le léger renflement qu'elle formait, les deux noyaux mâles contractés et accolés l'un à l'autre. L'accomplissement de la fécondation par le contenu du premier tube pollinique avait rendu superflue la sortie des anthérozoïdes du second tube.

» Chez les Malvacées, les parties constitutives de l'appareil femelle sont plus développées que dans les Résédacées et présentent les caractères ordinaires. Le noyau secondaire se trouve également tout proche de l'oosphère. Au stade que j'ai eu sous les yeux dans l'*Hibiscus*, les noyaux mâles avaient déjà grossi après leur soudure avec le noyau de l'oosphère et le noyau secondaire du sac.

» Chez les Composées, le sac embryonnaire offre souvent la forme d'une raquette; l'oosphère, relativement volumineuse, possède un gros noyau et descend beaucoup plus bas que les synergides. Dans l'*Heliopsis*, le *Spilan-*

thes, le *Guizotia*, les antipodes sont assez petites et superposées dans le cul-de-sac inférieur; dans le *Rudbeckia*, au contraire, l'une d'elles, piriforme, est plus développée que les deux autres, situées sur ses côtés; elle s'avance presque jusqu'au contact de l'oosphère, à laquelle elle ressemble d'ailleurs beaucoup. Tout à côté de ces deux grandes cellules, se trouve le gros noyau secondaire du sac.

» Mes résultats, sur ces diverses espèces, sont analogues à ceux de M. Nawaschine sur le *Rudbeckia ;* je n'y ai pas rencontré des anthérozoïdes aussi allongés et contournés que ceux qu'il a vus dans l'*Helianthus*. Il est à remarquer aussi que, dans ces plantes, si la division du noyau secondaire précède toujours celle de l'œuf après la fécondation, la division de ce dernier se produit très peu de temps après celle du noyau secondaire. Exceptionnellement, j'ai rencontré un embryon bicellulaire, alors que le noyau secondaire offrait encore tous les caractères de l'état de repos complet; mais ce noyau n'avait manifestement pas subi la fécondation. Ce cas particulier n'infirme en aucune façon la règle générale.

» En terminant, quelques remarques me paraissent nécessaires en réponse à celles de M. Nawaschine au sujet de l'interprétation que, dans mon premier Travail, j'ai donnée de la double copulation sexuelle dans les *Lilium*.

» La copulation qui se produit, d'une part, entre l'un des anthérozoïdes et le noyau de l'oosphère et celle qui a lieu, d'autre part, entre l'autre anthérozoïde et les noyaux polaires, ne m'avaient pas paru entièrement comparables dans le Lis, parce que l'un de ces noyaux polaires, tout au moins, possède, d'après mes observations, un nombre de chromosomes supérieur au nombre réduit que l'on trouve dans le noyau de l'oosphère et qui caractérise les noyaux sexuels; d'où le nom de *pseudo-fécondation* que j'avais cru pouvoir donner, du moins provisoirement, à la copulation qui porte sur les noyaux polaires. M. Nawaschine s'étonne de cette distinction. Elle ne me paraît pourtant pas sans fondement dans le cas du Lis, qui me l'a suggérée, puisque, dans l'état actuel de nos connaissances, la réduction du nombre des chromosomes est le principal caractère des noyaux sexuels. Si, d'ailleurs, on vient à prouver définitivement que, chez les Orchidées, la copulation qui intéresse les noyaux polaires n'est jamais suivie d'une division fournissant un albumen, il deviendra difficile d'admettre une homologie complète entre cette copulation et celle qui donne naissance à l'embryon.

» En résumé, et c'est là le fait capital, les résultats qui précèdent, joints à ceux que l'on connaissait déjà, autorisent à considérer aujourd'hui l'exis-

tence de la double fécondation comme un fait général dans les divers groupes des Végétaux angiospermes. »

PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Des mouvements de l'air lorsqu'il rencontre des surfaces de différentes formes.* Note de M. **Marey.**

« Dans le but d'éclairer le mécanisme de la locomotion du poisson, j'ai fait en 1893 une série d'expériences dans lesquelles j'étudiais, par la Chronophotographie, le mouvement de perles brillantes ayant la même densité que l'eau et entraînées par un courant de vitesse variable à la rencontre de plans inclinés sous différents angles ou de corps de différentes formes. Ces expériences, dont j'ai eu l'honneur de présenter les résultats à l'Académie (¹), permettaient de suivre la trajectoire de chaque perle brillante, représentant une molécule liquide, avec sa vitesse à chaque instant et avec les inflexions de sa trajectoire.

» Pour connaître l'action de l'aile de l'oiseau sur l'air, il était important de faire des expériences analogues montrant la direction que prennent les filets d'air lorsqu'ils rencontrent la surface d'une aile plus ou moins inclinée et présentant une courbure variable. C'est l'objet des présentes expériences.

» Produire dans un espace clos à parois transparentes un courant d'air régulier; faire arriver dans ce courant des filets de fumée parallèles et équidistants; placer à la rencontre de ces filets des surfaces de formes diverses, sur lesquelles ils s'infléchissent diversement; éclairer vivement ces fumées et en photographier instantanément l'apparence, tel était le programme à remplir.

» Voici la disposition que j'ai employée : Un tube prismatique à parois de glaces transparentes est placé verticalement au-devant d'un appareil photographique, dans l'intérieur d'une pièce obscure.

» Des toiles d'un tissu très égal et assez lâche ferment ce tube à ses deux extrémités. En bas le tube communique avec un ventilateur qui crée une aspiration constante. En haut le tube reçoit les filets de fumée produits de la façon suivante :

» Dans une chambre métallique on brûle de l'amadou ou bien du velours de coton; la fumée qui s'en dégage monte dans une cheminée qui s'infléchit et s'étale en une sorte de rampe formée de tubes de plomb dont les

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVI, 1er mai 1893.

extrémités très rapprochées les unes des autres, comme les dents d'un peigne, viennent s'appuyer sur la toile qui ferme le prisme par en haut.

» Sous l'influence de l'aspiration du ventilateur on voit, à travers les parois de glace, les filets de fumée descendre dans le tube, très fins et parallèles entre eux comme les cordes d'une lyre. Ces filets restent bien distincts sur un parcours de 20^{cm} à 30^{cm}, puis s'étalent légèrement en se mêlant à l'air qui les environne.

» Ils montrent par leur parallélisme que le courant d'air, filtré pour ainsi dire à travers la toile, est bien régulier et sans remous dans toutes ses parties. Ces filets deviennent très apparents quand on les éclaire vivement à la flamme du magnésium. Pour les rendre encore plus visibles, je couvre de velours noir la paroi intérieure du tube qui fait face à l'appareil photographique.

» Comme un éclairage permanent s'accompagne d'échauffement de l'air qui circule dans le tube et y produit certains remous, j'ai dû recourir à un éclairage instantané, soit par la lumière solaire admise pendant un temps très court, soit par un éclair magnésique facile à obtenir à volonté.

» Dans la paroi couverte de velours noir, un tube verticalement implanté permet d'introduire dans le courant d'air une tige mince sur laquelle sont portés les plans, les surfaces courbes ou les solides de formes diverses que les filets de fumée devront rencontrer. Cette tige porte extérieurement une branche qui lui est perpendiculaire et qui permet de faire varier à volonté l'inclinaison des surfaces ou des corps solides placés dans le courant d'air.

» Près d'une des glaces latérales dont est formé le prisme, on fait exploser un éclair magnésique, invisible pour l'appareil photographique, mais qui éclaire vivement les filets de fumée.

» Il règne dans la pièce où sont placés les appareils une très faible clarté suffisante pour la conduite des expériences, mais incapable d'éclairer assez les filets de fumée pour que la plaque sensible en reçoive l'image; ce n'est qu'au moment de l'éclair que l'image se produit. La durée de cet éclairement est voisine du cinquantième de seconde; elle surprend les filets de fumée dans les capricieux méandres qu'ils décrivent aux endroits où se forment les remous.

» D'autres fois, en brûlant un fil de magnésium pendant une ou deux secondes, on obtient une image plus intense, mais à contours moins nets au niveau du remous, car ce n'est pas alors l'état fugitif des fumées qui

agit sur la plaque, mais une série d'états variés se succédant pendant le temps de pose et se confondant entre eux.

» Les figures obtenues représentent la façon dont se comportent les filets d'air lorsqu'ils rencontrent un plan mince incliné sous des angles variés. Nous appellerons *face antérieure du plan* celle qui est dirigée contre le courant d'air, et *bord antérieur* celui qui se présente le premier à ce courant.

» Dans certaines images, le plan incliné, bien que formé d'une matière transparente, porte son ombre sur les filets de fumée situés à sa gauche, l'éclairage se faisant par la droite. On a fait disparaître en grande partie ces ombres portées en plaçant un miroir sur la face du tube opposée à l'éclairement. L'éclair magnésique formant une source lumineuse de grande surface, le miroir en réfléchit la clarté dans tous les sens et illumine tous les filets de fumée.

» Je voudrais attirer l'attention de mes Confrères, surtout de ceux qui étudient les questions de Mécanique, et les prier de rechercher les meilleures conditions pour obtenir des images fidèles de la manière dont l'air se comporte au contact de solides de différentes formes. Je les prie également de m'éclairer dans l'interprétation mécanique de figures qui ne représentent que les données cinématiques du problème dont je poursuis la solution.

» On aperçoit déjà quelques coïncidences entre les images que j'ai obtenues et les données mécaniques établies par Joëssel au sujet de la pression de l'air contre un plan incliné. L'expérience montre en effet que le centre de pression de l'air contre un tel plan ne coïncide pas avec son centre de surface, mais s'approche d'autant plus de son bord antérieur que l'angle que fait le plan avec la direction de l'air est plus aigu. Or les filets de fumée nous montrent qu'ils se partagent en rencontrant le plan incliné, que les uns s'écoulent du côté du bord antérieur et les autres du côté du bord postérieur. Le partage se fait au milieu de la surface opposée à l'air si cette surface est normale à la direction du vent; mais, à mesure que le plan s'incline, on le voit se faire de plus en plus près du bord antérieur, de sorte que les filets qui s'échappent suivant ce bord rebroussent pour ainsi dire leur direction première, tandis que les autres s'écoulent en rasant la surface du plan d'avant en arrière.

» De même, si l'on immerge dans un courant d'air des corps solides dont la coupe, épaisse en avant, s'effile à l'arrière comme le corps d'un poisson, l'air, quand il frappe ces corps par leur extrémité la plus épaisse,

s'échappe à l'arrière avec très peu de remous, tandis que, si le corps immergé dans le courant d'air est orienté en sens inverse, son bord tranchant coupe bien le courant d'air, mais à l'arrière du bord épais se produisent des remous intenses. Ces phénomènes rappellent de tous points ceux que j'ai signalés pour les mouvements de l'eau.

» Les appareils que j'employais au début de mes recherches ont été modifiés et donnent des images de plus en plus nettes. En ce moment, je transforme de nouveau ces instruments et j'en espère obtenir des indications plus parfaites.

» La première série de ces recherches a été conduite l'an dernier par M. Kossonis, la seconde cette année par M. de Lostalot, qui va expérimenter de nouveau avec des appareils perfectionnés. »

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes (F. G.) et (F. H.) faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet *et* A. Féraud. Note de M. G. **Rayet**.

Planète (*F. G.*). — Wolf-Schwassmann, 22 mai 1900.

Dates. 1900.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα planète.	Δ℘ planète.	Observateurs.
		h m s	m s		
Juin 9.......	1	16. 8.29,30	+1.14,07	— 5'. 0",48	A. Féraud
13.......	2	16.15.47,81	—2.11,11	+ 3. 3,97	G. Rayet
14.......	3	17.26.37,78	+4. 9,64	— 1. 2,92	G. Rayet
15.......	4	15. 2.45,02	+3.27,24	+ 1. 2,21	A. Féraud
16.......	5	15. 9.12,73	+2.41,05	+ 3.27,89	A. Féraud
26.......	6	17.32. 2,42	+1.26,03	— 1.27,83	G. Rayet
28.......	7	16.15.51,82	+3.25,04	— 3.17,23	A. Féraud
30.......	8	17. 6.15,87	+2.34,46	+ 4. 6,44	G. Rayet
Juillet 1.......	9	16.34.15,74	+3.10,04	+ 0.54,48	G. Rayet
6.......	10	17. 1. 7,26	+1.29,07	+ 2. 1,41	A. Féraud
10.......	11	17.31.22,14	+3.57,75	+ 5.36,43	A. Féraud

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1900,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1...	Weisse₁ H. XV, 423....................	15ʰ.25ᵐ.43ˢ,25	+3ˢ,79	103°.40'.47",38	+10",55
2...	Weisse₁ H. XV, 423....................	15.25.43,25	+3,79	103.40.47,38	+10,42
3...	Weisse₁ H. XV, 281....................	15.18.31,79	+3,77	103.57.13,88	+11,01

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
4...	Weisse₁ H. XV, 281...	15.18.31,79	+3,77	103.57.13,88	+10,98
5...	Weisse₁ H. XV, 281...	15.18.31,79	+3,76	103.57.13,88	+10,99
6...	Weisse₁ H. XV, 183...	15.13.25,34	+3,73	104.31.40,10	+11,14
7...	½ [Weisse₁ H. XV 128. — Munich₁ 11108]..	15.10.31,10	+3,71	104.39.55,83	+11,30
8...	½ [Weisse₁ H. XV, 128. — Munich₁ 11108].	15.10.31,10	+3,70	104.39.55,83	+11,25
9...	Weisse₁ H. XV, 111...	15. 9.33,67	+3,69	104.46.51,52	+11,33
10 ..	Weisse₁ H. XV, 115...	15. 9.48,25	+3,72	105. 6. 6,60	+13,04
11...	Argelander-Œltzen, 11731...	15. 6.51,49	+3,62	105.20. 6,70	+11,32

Positions apparentes de la planète (F. G.).

Dates. 1900.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 9....	10.57. 5,31	15.27. 1,11	$+\bar{2},886$	103.35.57,5	−0,877
13....	10.48.38,96	15.23.35,93	$+\bar{2},978$	103.44. 1,8	−0,877
14....	11.55.21,42	15.22.45,20	$+\bar{1},349$	103.56.22,0	−0,867
15....	9.27.56,31	15.22. 2,80	$-\bar{2},568$	103.58.27,1	−0,880
16....	9.30.27,05	15.21.16,60	$-\bar{2},362$	104. 0.52,8	−0,881
26....	11.13.34,23	15.14.55,10	$+\bar{1},390$	104.30.23,4	−0,868
28....	9.49.44,27	15.13.59,85	$+\bar{1},045$	104.36.49,9	−0,881
30....	10.32. 8,25	15.13. 9,26	$+\bar{1},314$	104.44.13,5	−0,867
Juillet 1....	9.56.17,44	15.12.47,40	$+\bar{1},182$	104.47.57,3	−0,879
6....	10. 3.24,90	15.11.21,04	$+\bar{1},307$	105. 8.21,1	−0,876
10....	10.17.51,30	15.10.52,86	$+\bar{1},399$	105.25.54,5	−0,870

Planète (*F. H.*). — Wolf-Schwassmann, 4 juin 1900.

Dates. 1900.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔP comète.	Observateurs.
		h m s	m s	′ ″	
Juin 15....	1	16.33.59,60	−2.38,82	+4.46,66	A. Féraud
16....	2	16.25.37,64	−3.25,55	−1.58,51	G. Rayet
26....	3	18.44.41,12	−2. 0,77	+4.18,41	G. Rayet
28....	4	18. 4.39,51	−3.10,55	−4.36,36	G. Rayet
30....	5	18.24.36,81	+3.58,51	−2.59,88	A. Féraud
Juillet 1....	6	18.53. 2,74	+0.54,49	+4.54,03	G. Rayet
7....	7	17.28.49,45	+3. 8,12	+2.54,82	G. Rayet
9....	8	17.30.24,30	+2.30,25	−1.40,85	G. Rayet
10....	9	18.37.16,78	+2.12,95	−3.46,38	A. Féraud

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1900,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1...	D.-S. — 9°,4488. — Comparée à Vienne, Kuffner. IV, 141	16h59m15s,97	+ 3s,94	99°59′ 7″,50	+ 2″,05
2...	D.-S. — 9°,4488. — Comparée à Vienne, Kuffner. IV, 141	16.59.15,97	+ 3,94	99.59. 7,50	+ 1,96
3...	½ [Schjellerup 6025. — Vienne, Kuffner. V, Zone 260]	16.50.46,92	+ 3,96	98.55. 1,80	+ 1,85
4...	½ [Schjellerup 6025. — Vienne, Kuffner. V, Zone 260]	16.50.46,92	+ 3,96	98.55. 1,80	+ 1,71
5...	⅕ [Weisse$_1$ H. XVI, 784. — Paris 21168. — Schjellerup 5965. — Munich$_1$ 13078. — Vienne, Kuffner. IV, Zone 146]	16.42.33,10	+ 3,94	98.45.10,27	+ 2,13
6...	⅙ [Weisse$_1$ H. XVI, 815. — Paris 21213. — Schjellerup 5978. — Munich$_1$ 13117. — Munich$_2$ 6301. — Vienne, Kuffner. IV. Zone 146]	16.45. 5,94	+ 3,94	98.33.23,23	+ 1,88
7...	[Weisse$_1$ H. XVI, 728. — Munich$_1$ 13008. — Vienne, Kuff. IV. Zone 143]	16.40.23,66	+ 3,92	98.17. 4,47	+ 1,86
8...	⅓ [Weisse$_1$ H. XVI, 728. — Munich$_1$ 13008. — Vienne, Kuff. IV. Zone 143]	16.40.23,66	+ 3,92	98.17. 4,47	+ 1,72
9...	⅓ [Weisse$_1$ H. XVI, 728. — Munich$_1$ 13008. — Vienne, Kuff. IV. Zone 143]	16.40.23,66	+3,91	98.17. 4,47	+ 1,65

Positions apparentes de la planète (*F. H.*).

Dates. 1900.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Juin 15	10h58m55s,95	16h56m41s,09	$-\bar{2}$,623	100°3′56″,2	−0,861
16	10.46.39,45	16.55.54,36	$-\bar{2}$,756	99.57.11,0	−0,860
26	12.26. 1,04	16.48.50,11	$+\bar{1}$,318	98.59.22,1	−0,848
28	11.38.14,15	16.47.40,33	$+\bar{1}$,152	98.50.27,2	−0,851
30	11.50.16,36	16.46.35,55	$+\bar{1}$,250	98.42.12,5	−0,848
Juill. 1	12.14.41,72	16.46. 4,37	$+\bar{1}$,531	98.38.19,1	−0,844
7	10.27. 6,79	16.43.35,70	$-\bar{2}$,924	98.20. 1,2	−0,851
9	10.26.48,55	16.42.57,83	$+\bar{2}$,968	98.15.25,3	−0,849
10	11.23.35,14	16.42.40,52	$+\bar{1}$,305	98.13.19,7	−0,844

Les observations de (*F. H.*) font suite à celles publiées dans les *Comptes rendus* du 5 juin 1900.

GÉOLOGIE. — *Sur la formation des bassins carbonifères.* Note de M. GRAND'EURY.

« Si les circonstances de gisement des couches de houille sont assez uniformes, il n'en est pas de même des bassins charbonneux, dont la configuration et la structure dépendent de dispositions de lieu et actions locales les plus variées.

» Cependant ils paraissent se ranger autour de trois types principaux.

» De tout temps on en a distingué deux, sous les noms de : 1° bassins lacustres ou limniques, pour les terrains houillers circonscrits fortement encaissés du Plateau Central de la France et du centre de la Bohême; 2° bassins marins ou paraliques, pour les terrains charbonneux également puissants, à couches plus régulières et à intercalations de dépôts marins.

» Il y a lieu, je crois, de séparer, dans un troisième groupe, les formations charbonneuses qui, comme celle de Ronchamp dans le terrain houiller, celle de Vescagne dans les terrains secondaires, celles de Salgo-Tarjan et du Brennberg dans les terrains tertiaires, ne renferment qu'une seule couche ou un seul faisceau de couches de charbon, généralement peu inclinées, régulières et étendues, non relevées sur les bords, s'étant déposées sur des plaines basses submergées qui ne se sont pas déformées pendant ni beaucoup après la formation. Ce ne sont pas, à proprement dire, des bassins; elles ne se sont pas creusées, comme eux, suivant le mécanisme décrit par M. Marcel Bertrand; leur richesse est en étendue et non en profondeur.

» Quant aux bassins dits marins, il me paraît démontré qu'ils n'ont reçu de nouvelles couches et acquis toute leur puissance qu'en s'affaissant pendant la formation, comme l'ont admis MM. l'abbé Boulay et Firket pour le bassin franco-belge, et comme en témoigne, dans le Donetz et sur la Zsily, par exemple, l'alternance des dépôts de mer avec les dépôts terrestres.

» Il s'agit de montrer qu'il en a été de même des bassins houillers du Plateau Central, tout au moins des plus importants, et en particulier du bassin de la Loire et du bassin des Cévennes ou d'Alais.

» L. Gruner, sur la foi que les couches de houille se sont formées sur place comme la tourbe, a conclu que, pendant son remplissage, le bassin de la Loire s'est affaissé par des mouvements tantôt lents, tantôt saccadés;

tandis que M. H. Fayol s'est vu conduit, par l'étude du bassin de Commentry, à l'idée qu'il représente un lac préexistant, comblé par des deltas lacustres.

» Les tiges debout et souches enracinées, et leur distribution tant verticale que horizontale, tranchent la question en faveur du système de L. Gruner. Étant acquis qu'elles ont poussé sur place, les roches qu'ont pénétrées leurs racines se sont trouvées à moins de dix mètres sous l'eau (exception faite, bien entendu, des schistes tracés par les *Stigmaria* ou traversés par les racines d'autres plantes aquatiques), et les terrains encaissant les forêts fossiles se sont déposés sous une très faible couche d'eau; aussi ces terrains affectent-ils des formes très irrégulières, comparativement aux strates privées de racines, de formation plus profonde. Or, le bassin de la Loire renferme des tiges enracinées dans toute son étendue, en surface et en hauteur : sur les bords à la Malafolie, au Cros, dans le milieu au Treuil, ici à la surface et à 300^{m} de profondeur, à Villebœuf à 600^{m}, au Plat-de-Gier à 800^{m}.

» De ce fait général (¹) une conséquence se déduit : le bassin houiller en voie de formation s'est enfoncé, s'est creusé de plus de 2000^{m}.

» Voyons comment les choses se sont passées pendant la formation de la partie la plus connue, de l'étage des couches de Saint-Étienne, d'une épaisseur de 800^{m} et contenant 15 couches exploitables.

» Les tiges debout, souches et racines, y sont très inégalement distribuées : dans certains districts, elles sont communes, comme au Treuil; dans d'autres, elles sont absentes, comme à la Roare. Les plus répandues sont naturellement les Calamodendrons, qui pouvaient s'adapter à des profondeurs d'eau variables. Les forêts fossiles disparaissent dans certaines directions, visiblement parce que les eaux y étaient trop profondes. Mais les dépôts ne se formaient pas pour cela en pente, car à différents niveaux, au-dessus de la deuxième couche, dans le faisceau des neuvième, dixième, onzième et douzième couches, il y a presque partout des tiges en place, témoignant à la fois d'une formation horizontale et à faible profondeur, et il n'est pas probable que le bassin de dépôt se soit trouvé à l'état d'un lac.

» Le mode de remplissage du bassin prouve en effet, par surcroît, que son centre n'était pas plus déprimé que ses bords. Sans entrer dans les détails, je dirai seulement qu'il a été rempli simultanément par le concours

(¹) A Petite-Rosselle (bassin de Sarrebruck), également, il y a des tiges enracinées à tous les niveaux géologiques.

de plusieurs cours d'eau opposés, ayant apporté, les uns des détritus quartzo-feldspathiques, les autres quartzo-micacés; à leur rencontre, les deux sortes de limons, au lieu d'être disposés en talus, alternent sous forme d'assises et de coins très allongés, presque parallèles; d'un autre côté, les couches de houille passent des roches feldspathiques dans les roches micacées presque sans déviation; de plus, il y a de nombreuses forêts fossiles. Dès lors, là comme ailleurs, les dépôts se sont opérés horizontalement à peu de profondeur d'eau; par conséquent, ils n'ont pu s'accumuler sur des centaines de mètres d'épaisseur qu'au fur et à mesure de l'affaissement de l'aire de dépôt.

» Les tiges enracinées sont aussi très inégalement réparties en hauteur: il n'y en a pas ou presque pas à Beaulerun, entre la deuxième et la quatrième couche, de même entre la septième et le toit de la huitième couche. Lorsque, comme au Treuil, sur 30^m d'épaisseur, au Cros, sur 100^m, on voit des tiges et forêts fossiles superposées presque sans interruption, on peut être certain que là le sol s'est affaissé d'autant, d'une manière lente et à peu près continue. Lorsque, au contraire, comme à Beaulerun, les forêts fossiles sont séparées par une centaine de mètres de terrains en bancs réguliers, sans racines, il est à présumer qu'il s'est produit un affaissement brusque. Un mouvement brusque, de grande amplitude, est sûrement survenu après la formation de la huitième couche.

» Au milieu de ces mouvements d'affaissement bruts et brusques, la formation des couches de houille marque des périodes de repos, mises en évidence par la concentration des forêts fossiles auprès de ces couches et la multiplicité des sols de végétation qu'on y observe souvent. A chaque arrêt, l'état du bassin de dépôts se prêtait à l'établissement d'un fond de marais sur lequel le charbon stratifié se formait avec une extrême lenteur, encore attestée par le parfait aplatissement des tiges fistuleuses ou réduites à l'écorce, et leur parfait parallélisme avec les feuilles. Étendues à tout le bassin, les couches de houille figurent ainsi des repères à l'aide desquels on peut s'assurer que ce dernier s'est affaissé d'ensemble, d'une quantité variable d'un district à un autre, mais à peu près proportionnelle.

» En opposition complète avec le système des couches de Saint-Étienne, les poudingues de Saint-Chamond, qui en constituent le substratum, se présentent, quoique bréchiformes, en bancs réguliers sans racines, paraissant s'être déposés sous l'action violente de grands courants d'eau, à la suite d'un effondrement.

» Bref, de toutes les observations faites il ressort que le bassin de la Loire, occupant un géosynclinal très profond, doit sa grande épaisseur de 3000^m de dépôts à plusieurs effondrements ayant occasionné la formation de trois étages de brèches et de poudingues stériles, et à des mouvements d'affaissements lents et brusques, coupés de repos, répétés pendant la formation des étages charbonneux. Ces mouvements sont confirmés par des dislocations considérables, ayant livré passage à de nombreuses éruptions et émissions de porphyres et de silex interstratifiés. Le maximum d'affaissement paraît s'être déplacé à chaque changement d'étage, et avoir cheminé de l'est à l'ouest, et du nord au sud, de manière qu'en aucun endroit les étages ne se trouveraient tous superposés. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en vertu du Décret du 24 juin 1899.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Lipschitz obtient. . . . . 37 suffrages

M. **Lipschitz**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Jaggi** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur une nouvelle théorie des fonctions elliptiques ».

(Renvoi à l'examen de M. Appell.)

CORRESPONDANCE.

Sur l'invitation des Présidents des deux Congrès de Chimie pure et de Chimie appliquée, l'Académie désigne comme ses délégués :

1° Au Congrès de Chimie pure, MM. **Troost** et **Arm. Gautier**.

2° Au Congrès de Chimie appliquée, MM. **Troost** et **Ad. Carnot**.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à se faire représenter à la distribution des prix du Concours général des lycées et collèges, qui aura lieu à la Sorbonne, le jeud 26 juillet à midi, sous sa présidence.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de M. *Gaston Milhaud,* portant pour titre : « Les philosophes géomètres de la Grèce : Platon et ses prédécesseurs »;

2° Un Opuscule de M. *L. Leau,* intitulé : « Une langue universelle est-elle possible » ;

3° Le Compte rendu de la fête du bicentenaire de l'Académie royale des Sciences de Berlin;

4° Une Carte de la Russie d'Asie et des pays limitrophes, indiquant les itinéraires de presque tous les voyageurs qui ont exploré ces contrées depuis des siècles; par M. le général *Koverski,* Directeur des travaux géodésiques de la Russie occidentale; avec une Notice explicative. (Transmis par M. Venukoff.)

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur l'instabilité de certaines solutions périodiques.* Note de M. **Levi-Civita**, présentée par M. Appell.

« Soit un système canonique avec deux degrés de liberté

$$\frac{dp_i}{dt} = -\frac{\partial F}{\partial q_i}, \qquad \frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial F}{\partial p_i} \qquad (i = 1, 2), \tag{1}$$

F ne dépendant pas du temps t.

» Supposons que les équations (1) admettent une solution périodique de période T. Supposons, en outre, ce qui est toujours permis par un choix convenable de variables [1], qu'on ait pour cette solution

$$p_1 = p_2 = q_2 = 0, \qquad q_1 = \chi(t), \tag{2}$$

q_1 étant censé varier toujours dans le même sens et augmentant de 2π, tandis que t augmente de T. Les trois dérivées $\frac{\partial F}{\partial q_1}, \frac{\partial F}{\partial q_2}, \frac{\partial F}{\partial p_2}$ s'annulent

---

[1] Voir Poincaré, *Mécanique céleste,* t. II, n° 208.

alors à la fois, lorsqu'on y fait $p_1 = p_2 = q_2 = 0$; au contraire $\frac{\partial F}{\partial p_1}$ ne s'annule pour aucune valeur de q_1.

» La fonction F pourra être représentée sous la forme suivante

$$(3) \qquad F = C + \left(\frac{2\pi}{T} + a\right)p_1 + \frac{1}{2}(a_{11}p_2^2 + 2a_{12}p_2q_2 + a_{22}q_2^2) + \ldots,$$

où C est une constante, les a sont des fonctions périodiques (de période 2π) de la seule variable q_1 et les termes non écrits sont d'ordre supérieur par rapport aux trois variables p_1, p_2, q_2.

» La solution périodique (2) possède deux exposants caractéristiques nuls et deux autres α et $-\alpha$. Si la partie réelle de α n'est pas nulle, la solution est instable, ainsi qu'il résulte des travaux bien connus de MM. Poincaré et Liapounoff. Pour α purement imaginaire, M. Poincaré convient, à l'exemple des Anglais, d'appeler *stable* la solution correspondante. Sera-t-elle stable au sens rigoureux du mot? Je crois infiniment peu probable qu'il en soit ainsi en général, mais à présent je ne puis confirmer cette présomption, sinon pour une sorte très particulière de solutions périodiques, celles pour qui le nombre $\frac{\alpha}{\sqrt{-1}}$ serait commensurable avec le moyen mouvement $\frac{2\pi}{T}$.

» Envisageons les solutions de (1), pour qui $F = C$, C étant la constante de la formule (3). En résolvant par rapport à p_1, il vient

$$p_1 = -\frac{1}{2}\,\frac{a_{11}p_2^2 + 2a_{12}p_2q_2 + a_{22}q_2^2}{\frac{2\pi}{T} + a} + H = K + H,$$

où H est au moins du troisième ordre en p_2, q_2. Les trajectoires de ces solutions (pour qui $F = C$) sont définies par les équations canoniques

$$(4) \qquad \frac{dp_2}{dq_1} = \frac{\frac{\partial F}{\partial q_2}}{\frac{\partial F}{\partial p_1}} = -\frac{\partial(K+H)}{\partial q_2}, \qquad \frac{dq_2}{dq_1} = -\frac{\frac{\partial F}{\partial p_2}}{\frac{\partial F}{\partial p_1}} = \frac{\partial(K+H)}{\partial p_2}.$$

Posons pour un moment $H = 0$ et intégrons par la méthode de Jacobi, en désignant par x, y un couple de constantes canoniques. On trouve

$$p_2 = c_{11}x + c_{21}y, \qquad q_2 = c_{21}x + c_{22}y.$$

Les fonctions c de la variable q_1 sont périodiques, d'après l'hypothèse que

$\frac{2\pi}{T}$ et $\frac{\alpha}{\sqrt{-1}}$ sont commensurables entre eux. La période est $2k\pi$, ayant posé $\frac{\alpha T}{2\pi\sqrt{-1}} = \frac{h}{k}$, avec h et k entiers, premiers entre eux.

» En remplaçant les variables p_2, q_2 par x, y, le système (4) devient

$$(4') \qquad \frac{dx}{dq_1} = -\frac{\partial H}{\partial y}, \qquad \frac{dy}{dq_1} = \frac{\partial H}{\partial x},$$

où H est une fonction périodique de q_1, dont le développement en série de puissances de x, y commence par un polynome du troisième degré H_3. Soit $f(x, y)$ le terme indépendant de q_1 dans le développement de H_3 en série trigonométrique de l'argument $\frac{q_1}{k}$. *Si la forme cubique (à coefficients constants)* $\frac{f}{2k\pi}(x, y)$ *n'a pas de facteurs multiples, la solution* $x = 0, y = 0$ *de* (4) *et, par conséquent, la solution périodique* (2) *du système proposé sont assurément instables.*

» En effet, soient x_0, y_0 les valeurs de x, y pour $q_1 = 0$; x_1, y_1 leurs valeurs après la période $2k\pi$. Les intégrales x, y étant développables en séries de puissances de x_0, y_0, posons (en réunissant les termes de même degré)

$$x = P_1 + P_2 + \ldots, \qquad y = Q_1 + Q_2 + \ldots.$$

» Portons ces expressions dans les (4') et nous trouverons de suite

$$P_1 = x_0, \qquad Q_1 = y_0,$$
$$P_2 = -\int_0^{q_1} \frac{\partial H}{\partial y} dq_1, \qquad Q_2 = \int_0^{q_1} \frac{\partial H}{\partial x} dq_1.$$

» Il va sans dire que, dans $\frac{\partial H}{\partial x}$, $\frac{\partial H}{\partial y}$, les variables x, y doivent être remplacées par x_0, y_0. En faisant $q_1 = 2k\pi$, j'obtiens

$$x_1 = x_0 - \frac{\partial f(x_0, y_0)}{\partial y_0} + \ldots, \qquad y_1 = y_0 + \frac{\partial f(x_0, y_0)}{\partial x_0} + \ldots.$$

» C'est une substitution instable (voir ma Note du 9 juillet), car f n'a pas de facteurs multiples et, par conséquent, les deux formes quadratiques $\frac{\partial f}{\partial x}$, $\frac{\partial f}{\partial y}$ sont sans facteurs communs.

» On en conclut immédiatement l'instabilité de la solution $x = 0$, $y = 0$, d'où, en revenant aux variables p_2, q_2, celle de la solution donnée.

» Si l'Académie veut bien le permettre, je reviendrai prochainement sur ces remarques en les appliquant au problème des trois corps. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes bilinéaires ternaires d'Hermite.* Note de M. **Louis Kollros**, présentée par M. Picard.

« Les recherches de M. Picard sur les fonctions hyperfuchsiennes ont montré l'importance de l'étude arithmétique des formes bilinéaires ternaires d'Hermite.

» En appliquant à ces formes le procédé de réduction indiqué par M. Hermite lui-même dans le Tome 40 du *Journal de Crelle* (p. 302), j'arrive à un théorème que je me permets de communiquer ici.

» Soit

$$\begin{aligned} f(x, y, z, x_0, y_0, z_0) = {} & a_{11} x x_0 + a_{12} x y_0 + a_{13} x z_0 + a_{21} y x_0 \\ & + a_{22} y y_0 + a_{23} y z_0 + a_{31} z x_0 + a_{32} z y_0 + a_{33} z z_0 \end{aligned}$$

une forme bilinéaire d'Hermite, définie et positive, à trois paires de variables conjuguées.

» Les coefficients principaux a_{11}, a_{22}, a_{33} sont réels; les autres coefficients : a_{ik} et a_{ki}, où $i \neq k$, sont deux à deux imaginaires conjugués. Nous écrirons

$$a_{12} = b_{12} + i c_{12}, \qquad a_{23} = b_{23} + i c_{23}, \qquad a_{31} = b_{31} + i c_{31}$$

et nous désignerons les variables par

$$x = x_1 + i y_1, \qquad y = x_2 + i y_2, \qquad z = x_3 + i y_3;$$

les quantités $b_{12}, b_{23}, b_{31}, c_{12}, c_{23}, c_{31}$; $x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3$ étant réelles.

» La forme s'écrira alors sous son aspect réel :

$$\begin{aligned} f(x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3) = {} & a_{11}(x_1^2 + y_1^2) + 2 b_{12}(x_1 x_2 + y_1 y_2) \\ & \qquad + 2 c_{12}(x_1 y_2 - y_1 x_2) \\ & + a_{22}(x_2^2 + y_2^2) + 2 b_{23}(x_2 x_3 + y_2 y_3) \\ & \qquad + 2 c_{23}(x_2 y_3 - y_2 x_3) \\ & + a_{33}(x_3^2 + y_3^2) + 2 b_{31}(x_3 x_1 + y_1 y_2) \\ & \qquad + 2 c_{31}(x_3 y_1 - y_3 x_1). \end{aligned}$$

» Si, dans les coefficients d'une forme, je remplace $+i$ par $-i$, ce qui

revient à changer $+c_{12}$, $+c_{23}$, $+c_{31}$ en $-c_{12}$, $-c_{23}$, $-c_{31}$, ou encore à remplacer la matrice

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$$

des coefficients par sa *transposée*

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{pmatrix},$$

j'appellerai la forme ainsi obtenue *correspondante* de la précédente.

» En appliquant le procédé de réduction de M. Hermite, j'arrive au théorème suivant :

» THÉORÈME. — *De deux formes correspondantes d'Hermite, ternaires et positives, l'une peut toujours,* par une substitution linéaire

$$(5) \qquad \begin{cases} x = \lambda_1 x' + \mu_1 y' + \nu_1 z', \\ y = \lambda_2 x' + \mu_2 y' + \nu_2 z', \\ z = \lambda_3 x' + \mu_3 y' + \nu_3 z', \end{cases}$$

à coefficients entiers complexes et de déterminant égal à une unité (± 1 ou $\pm i$), *se transformer, et en général d'une seule manière, en une forme réduite équivalente, caractérisée par l'un des deux types d'inégalités suivants :*

Type I.

$$b_{12} \geqq 0, \qquad b_{23} \geqq 0, \qquad b_{31} \geqq 0,$$

$$c_{12} \geqq 0, \qquad c_{23} \geqq 0, \qquad c_{31} \geqq 0,$$

$$a_{11} \leqq a_{22} \leqq a_{33},$$

$$a_{11} - 2b_{12} \geqq 0, \qquad a_{22} - 2b_{23} \geqq 0, \qquad a_{11} - 2b_{31} \geqq 0,$$

$$a_{11} - 2c_{12} \geqq 0, \qquad a_{22} - 2c_{23} \geqq 0, \qquad a_{11} - 2c_{31} \geqq 0,$$

$$a_{11} + a_{22} - 2b_{12} - 2c_{23} - 2c_{31} \geqq 0, \qquad a_{22} + 2a_{11} - 2b_{12} - 2b_{31} - 2c_{12} - 2c_{23} - 2c_{31} \geqq 0,$$

$$a_{11} + a_{22} - 2c_{12} - 2b_{23} - 2c_{31} \geqq 0, \qquad a_{11} + 2a_{22} - 2b_{23} - 2b_{12} - 2c_{23} - 2c_{31} - 2c_{12} \geqq 0,$$

$$a_{11} + a_{22} - 2c_{12} - 2c_{23} - 2b_{31} \geqq 0, \qquad a_{11} + 2a_{33} - 2b_{31} - 2b_{23} - 2c_{31} - 2c_{12} - 2c_{23} \geqq 0;$$

Type II.

$$b_{12} \leqq 0, \quad b_{23} \leqq 0, \quad b_{31} \leqq 0,$$
$$c_{12} \leqq 0, \quad c_{23} \leqq 0, \quad c_{31} \leqq 0,$$
$$a_{11} \leqq a_{22} \leqq a_{33},$$
$$a_{11} + 2b_{12} \geqq 0, \quad a_{22} + 2b_{23} \geqq 0, \quad a_{11} + 2b_{31} \geqq 0,$$
$$a_{11} + 2c_{12} \geqq 0, \quad a_{22} + 2c_{23} \geqq 0, \quad a_{11} + 2c_{31} \geqq 0,$$
$$a_{22} + 2a_{11} + 2b_{12} + 2b_{31} + 2c_{12} - 2c_{23} + 2c_{31} \geqq 0,$$
$$a_{11} + a_{22} + 2b_{12} + 2b_{23} + 2b_{31} \geqq 0, \quad a_{11} + 2a_{22} + 2b_{23} + 2b_{12} + 2c_{23} - 2c_{31} + 2c_{12} \geqq 0,$$
$$a_{11} + 2a_{33} + 2b_{31} + 2b_{23} + 2c_{31} - 2c_{12} + 2c_{23} \geqq 0.$$

» Si aucune de ces inégalités ne se change en égalité, il n'y aura qu'*une seule* forme réduite.

» Je crois, en outre, pouvoir affirmer (sans avoir toutefois trouvé jusqu'ici une démonstration rigoureuse) que le produit des trois coefficients principaux d'une forme réduite satisfait à l'inégalité

$$a_{11} a_{22} a_{33} \leqq 4\mathrm{D}.$$

» Cette limite est, par exemple, atteinte dans la forme extrême

$$f = \sqrt[3]{4\mathrm{D}}(x_1^2 + y_1^2 + x_2^2 + y_2^2 + x_3^2 + y_3^2 + x_1 y_2 - x_2 y_1 + x_2 y_3 - x_3 y_2 + x_3 y_1 - x_1 y_3),$$

ou

$$f = \sqrt[3]{4\mathrm{D}}\left[xx_0 + yy_0 + zz_0 + \frac{i}{2}(xy_0 - yx_0) + yz_0 - zy_0 + zx_0 - xz_0)\right].$$

» Les méthodes nouvelles que M. Minkowski expose dans sa *Géométrie des nombres* permettront probablement d'arriver rigoureusement à ce résultat. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi des états correspondants.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« Les vérifications expérimentales de la loi des états correspondants ont montré que, lorsqu'on adopte pour variables réduites les rapports de p, v, T à leurs valeurs critiques p_c, v_c, T_c, cette loi n'est pas rigoureuse, mais simplement approchée.

» L'une des explications les plus simples de ces écarts est qu'il ne suffit pas d'évaluer le volume ou la température avec des unités spécifiques, mais qu'il faut compter pour chaque corps ces grandeurs [1] à partir d'un volume minimum v_m et d'une température T_m, et prendre pour variables $(T - T_m) : (T_c - T_m)$ et $(v - v_m) : (v_c - v_m)$.

» Quant aux pressions, l'extrême exactitude avec laquelle se vérifie la loi d'Avogadro-Ampère pour une pression infiniment faible, comme je l'ai montré sur des gaz variés (H, O, Az, CO, C^2H^2, Az^2O, SO^2), exclut toute possibilité d'un déplacement de zéro, si faible soit-il.

» Il convient de remarquer toutefois que, comme la loi des états correspondants, sous sa forme simple, se vérifie d'une manière sinon rigoureuse, du moins approchée, les modifications précédentes ne donneront de bons résultats que si T_m et v_m représentent à peu près la même fraction de T_c et v_c pour les divers corps.

» Tel est précisément le cas pour le covolume des fluides tel que je l'ai calculé dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 12 mars 1900) par la règle du diamètre rectiligne de M. Mathias [2]. Sa valeur pour les divers corps s'écarte peu de la valeur moyenne $0,25\ v_c$. Théoriquement il est fort naturel de compter les volumes à partir de cette limite inférieure, et une discussion attentive des expériences montre en effet que par là on améliore beaucoup la loi des états correspondants.

» En ce qui concerne les températures, je me suis demandé si l'on ne pouvait pas les compter à partir du point de fusion, qui marque la limite de l'état fluide. M. Mathias a mis en lumière dès 1893 que, pour beaucoup de corps, la température absolue de fusion T_f est voisine de $0,5\ T_c$ (le rapport $T_c : T_f$ a la valeur 0,55 pour l'azote; 0,48 pour le chlore; 0,46 pour le brome; 0,52 pour l'oxyde de carbone; 0,42 pour l'eau; 0,50 pour l'acide sulfhydrique; 0,49 pour l'acide chlorhydrique; 0,56 pour le protoxyde d'azote; 0,48 pour l'ammoniaque; 0,45 pour l'anhydride sulfureux; 0,45 pour le méthane; 0,49 pour le benzène; 0,49 pour le benzène monofluoré; 0,37 pour le benzène monochloré; 0,34 pour l'éther, etc.). J'ai donc essayé d'abord la substitution de $(T - T_f) : (T_c - T_f)$ à $T : T_c$, mais la vérification numérique faite sur les courbes de tension de vapeur n'a pas été satisfaisante.

» J'ai eu recours alors à une méthode indirecte qui, sans faire connaître le sens physique attaché à T_m, permet d'en fixer les valeurs, tout au moins approchées, pour les divers corps. La loi des états correspondants sous sa forme simple entraîne la conséquence suivante : « Il existe au point critique un rapport constant entre le volume

---

(1) Les arguments théoriques en faveur de tels changements de zéro ont été particulièrement développés par MM. Brillouin (*Journal de Physique*, 6e série, t. II, p. 117; 1893) et Raveau (*Ibid.*, t. VI, p. 433; 1897).

(2) Pour être tout à fait exact, il faut compter le volume de chaque corps non pas à partir de celui qu'il occupe au zéro absolu, mais à partir de celui qu'il occupe à la température T_m, définie plus loin. C'est ainsi qu'ont été faits les calculs qui suivent. La différence avec le mode de calcul approché est d'ailleurs faible.

» réel v_c d'un fluide et son volume théorique calculé en le supposant à l'état de gaz » parfait ». Si l'on fait les changements de zéro indiqués précédemment, le théorème prend la forme : « Il existe un rapport constant entre le volume théorique occupé par » un fluide sous la pression p_c et à la température $T_c - T_m$ et l'excès $v_c - v_m$ de son » volume critique sur son volume limite ». La valeur numérique de ce rapport paraît voisine de 4,68.

» Si donc on connaît p_c, T_c, v_c, v_m et le poids moléculaire M, on peut calculer T_m.

» Voici, pour les corps les plus intéressants étudiés par M. S. Young, les valeurs de v_m (nombre des centimètres cubes occupés par 1gr du corps) et de T_m (température centigrade diminuée de 273°) :

	C^6H^6.	C^6H^5Fl.	C^6H^5Cl.	C^6H^5Br.	C^6H^5I.	CCl^4.	Éther.	CO^2.	Pentane.	Isopentane.
v_m...	0,892	0,767	0,734	0,554	0,459	0,490	1,019	0,599	1,171	1,179
T_m...	46°,6	56°	61°	69°	72°	40°	51°,4	21°	46°	43°,3

» En faisant usage de ces valeurs de v_m et T_m, j'ai vu que les anomalies constatées en des points correspondants soit pour les densités de liquides, soit pour les tensions de vapeurs saturées, disparaissaient. Ces calculs sont trop longs pour être donnés ici, mais je citerai du moins la vérification suivante :

» Dans un Mémoire couronné par l'Académie des Sciences de Copenhague et récemment publié (*Zeits. Phys. Chem.*, février 1900), Mme K. Meyer, par une discussion très minutieuse des expériences de M. S. Young au moyen de la méthode géométrique de M. Amagat, avec l'emploi des coordonnées logarithmiques préconisé par M. Raveau, a fait voir que, si l'on établit pour divers corps les courbes de variation de tension de vapeur à partir du point critique (ainsi que les courbes de variation de volume du liquide saturé et analogues), toutes ces courbes se superposent à celles d'un corps-type (l'auteur, à l'exemple de M. Young, choisit C^6H^5Fl), à condition d'ajouter ou de retrancher quelques degrés aux températures critiques expérimentales, et d'augmenter ou de diminuer les volumes critiques de quelques millièmes de leur valeur. Ces comparaisons ne portant que sur des différences ne permettent pas de déterminer v_m et T_m. Mais, en revanche, si l'on connaît v_m et T_m, on peut calculer sans difficulté les différences de l'auteur danois. Pour C^6H^5Fl, on a sensiblement

$$T_m = 0,1\,T_c \qquad \text{et} \qquad v_m = 0,272\,v_c;$$

on peut donc poser pour un corps quelconque

$$T'_m : T'_c = 0,1 + \delta, \qquad v'_m : v'_c = 0,272 + \varepsilon.$$

Le Tableau suivant permet de comparer les valeurs de δ et ε trouvées par la méthode purement empirique de Mme Meyer avec celles qui résultent du premier Tableau donné plus haut.

		C^6H^5Fl.	C^6H^5Cl.	C^6H^5Br.	C^6H^5I.	C^6H^6.	CCl^4.	Éther.	CO^2.	Pentane.	Isopentane.
δ	M..	0,000	+0,002	0,000	0,000	−0,017	−0,028	+0,010	−0,031	−0,002	−0,015
	calc.	0,000	+0,003	−0,003	−0,001	−0,017	−0,030	+0,007	−0,028	−0,002	−0,006
ε	M..	0,000	−0,002	−0,003	−0,002	−0,003	0,000	−0,004	+0,008	0,000	+0,003
	calc.	0,000	−0,003	−0,003	−0,003	−0,001	0,000	−0,004	+0,005	0,000	+0,005

» Les écarts ε et δ seraient nuls si la loi des états correspondants était rigoureuse. Bien qu'ils soient généralement faibles, ils atteignent pour nombre de corps des valeurs de l'ordre du centième, c'est-à-dire bien supérieures aux erreurs expérimentales possibles. On voit, de plus, qu'il sont bien conformes à ceux qu'indique le mode de calcul théorique exposé précédemment.

» On en conclut qu'il ne suffit pas des trois constantes p_c, v_c, T_c pour définir rigoureusement la fonction $f(p, v, T)$ relative à un corps. Il faut y ajouter deux constantes nouvelles T_m et v_m, correspondant aux déplacements des zéros du volume et de la température : on peut les calculer si l'on connaît la constante a du diamètre rectiligne de M. Mathias et le poids moléculaire du corps. »

PHYSIQUE. — *Sur la température du maximum de densité des solutions aqueuses du chlorure d'ammonium et des bromure et iodure de lithium* (1). Note de M. **L.-C. de Coppet**, présentée par M. J. Violle.

« Le chlorure d'ammonium et le bromure de lithium employés pour ces expériences étaient chimiquement purs. L'iodure de lithium était légèrement coloré.

» Les résultats sont consignés dans le Tableau suivant. Les températures sont celles du thermomètre à hydrogène.

Nature et poids moléculaire du corps dissous.	m. Molécules-gramme du corps dissous dans 1000gr d'eau.	t_m. Température du maximum de densité.	n. Nombre de valeurs particulières trouvées pour t_m.	$= \sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n(n-1)}}$. Erreur probable de t_m.	D. Abaissement de la température du maximum au-dessous de 3°,982.	$\frac{D}{m}$. Abaissement moléculaire de la température du maximum.
Chlorure d'ammonium $M = 53,5$.	0,1899	2°,640	24	0°,014	1°,342	7,07
	0,5407	0,055	22	0,010	3,927	7,26
Bromure de lithium $M = 87,0$.	0,2941	1,921	12	0,034	2,061	7,01
	0,4383	0,881	20	0,026	3,101	7,08
Iodure de lithium $M = 126,9$.	0,1795	2,516	20	0,017	1,466	8,17
	0,4666	0,039	23	0,015	3,943	8,45

(1) Voir la Note précédente, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1559; 1899.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur le dosage électrolytique du bismuth* (¹).
Note de M. **Dmitry Balachowsky**, présentée par M. Henri Moissan.

« Jusqu'ici on n'avait pas réussi à obtenir, par l'électrolyse des sels de bismuth, un dépôt suffisamment adhérent pour permettre le lavage et les pesées. Presque toujours on obtient un précipité amorphe d'oxyde qui, comme l'a montré M. A. Classen (²), ne peut servir pour le dosage.

» En 1860, Luckow (³) essaya l'électrolyse d'une solution renfermant de l'acide azotique libre, mais n'obtint qu'un précipité de peroxyde Bi^2O^5. Thomas et Smith (⁴) électrolysaient le sulfate et le citrate. Moore (⁵) (1856) voulait le précipiter du Na^2HPO^4. Rüddorf (⁶) essaya vainement d'obtenir des résultats par ces méthodes. Lui-même recommande l'électrolyse en présence de pyrophosphate de sodium, d'oxalate et de sulfate de potassium. Il précipite ainsi $0^{gr},1$ de bismuth en vingt heures. G. Kalloock (⁷) emploie le citrate et obtient $0^{gr},177$ de métal.

» Aucune de ces méthodes n'a donné jusqu'ici de résultat pratique. Aussi avons-nous jugé utile de reprendre l'étude de cette question.

» Nous avons réussi à obtenir un dépôt de bismuth métallique, adhérent à la cathode et permettant les lavages et les déterminations quantitatives. Les conditions à remplir pour arriver à un bon résultat sont les suivantes : 1° Faible acidité de la solution ; 2° Absence de grandes quantités de Cl, Br, I ; 3° Faible intensité de courant (maximum, 0,060 ampère ND_{100}) ; 4° Électrodes dépolies.

» 1° Nos expériences ont porté sur une quantité de sel, sulfate ou nitrate, mais pas chlorure, variant de $0^{gr},5$-$0^{gr},8$, dissous dans 5^{cc} à 6^{cc} d'acide azotique étendu de 150^{cc} d'eau. On ajoute alors 3^{gr}-4^{gr} d'urée (de $0^{gr},7$ à 1^{gr} par centimètre cube d'acide azotique). La température est d'environ 60° ; la densité du courant 0,03 à 0,04 ND_{100} (maximum, 0,060). Différence de potentiel 1,5-1,9 volt. Durée de l'analyse, six-huit heures. L'appareil employé était la capsule de Classen dépolie. Dans ces conditions, on obtient un précipité métallique, absolument exempt d'oxyde et parfaitement

---

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Henri Moissan.

(²) P.-A. Classen, *Quantitative Analyse durch Electrolyse*, p. 174 ; 1897.

(³) *Zeitschr. für analyt. Chemie*, t. XIX.

(⁴) *Americ. Chem. Journ.*, t. V.

(⁵) *Chem. News*, t. LIII.

(⁶) *Zeitschrift für angewandte Chemie* ; 1892.

(⁷) *Chem. News*, t. LXXXI, n° 2115.

adhérent. Pendant l'électrolyse, nous avons observé, quand nous opérions à la température ordinaire, un dépôt léger, colorant l'anode en noir bleuâtre ou jaune, et qui disparaît quand on chauffe légèrement. Nous poursuivons l'étude de la nature de ce dépôt.

» La densité du courant reste constante pendant toute la durée de l'analyse. Il est néanmoins utile de surveiller le précipité, car, si la densité dépassait 0,07 ampère ND_{100}, on aurait précipitation d'oxyde. Dans le cas où il n'y aurait eu formation que de très peu d'oxyde, on pourrait le faire disparaître au bout d'un certain temps en ramenant le courant à la densité indiquée. Vers la fin de l'électrolyse, il est utile d'augmenter le voltage jusqu'à 2 volts et la densité jusqu'à $ND_{100} = 0,08$. On vérifie que la précipitation a été complète avec H^2S ou la troisième électrode.

» On lave le précipité sans cesser le courant, à l'eau puis à l'alcool et l'on met à l'étuve à 100°. Le métal qui est déposé n'est pas oxydé sensiblement même après plusieurs jours. Pendant la durée de l'électrolyse, au contraire, le métal est très oxydable. Comme nous l'avons indiqué plus haut, une légère augmentation de l'intensité du courant suffit pour produire cette oxydation.

» Si l'on chauffe ce précipité, il brûle entièrement avec formation d'oxyde Bi^2O^5, que l'on peut peser comme vérification. Mais cette opération détériore le platine. Au contraire, le bismuth métallique n'agit pas sur la capsule de platine, que l'on peut laver facilement au moyen de l'acide azotique concentré.

» 2° On peut effectuer ces diverses opérations de la même manière dans une capsule de platine, préalablement recouverte d'une couche de cuivre par l'électrolyse. Nous reviendrons sur ce fait, qui présente une grande importance au point de vue de la séparation du cuivre et du bismuth.

» 3° On peut encore opérer la précipitation du bismuth à l'état métallique, en opérant de la même façon, mais en remplaçant dans la solution précédente l'urée par l'aldéhyde formique ou l'aldéhyde éthylique. Dans ce cas, il peut se produire vers la fin de l'opération une légère oxydation. Il est nécessaire, à ce moment, de diminuer légèrement le potentiel et l'intensité, et d'ajouter $1^{cc},5$ ou 2^{cc} d'aldéhyde en chauffant vers 80°-90°. On termine alors l'opération avec $2v$ et densité $ND_{100} = 0,05$. Nous nous proposons d'ailleurs de revenir prochainement sur le rôle de l'urée et de l'aldéhyde dans cette opération.

» Nous donnons ici un Tableau de quelques-unes de nos analyses :

1° $Bi^2(SO^4)^3 + 5^{cc}\text{-}7^{cc}\ HAzO^3 + 150^{cc}\ H^2O + 3^{gr},5\text{-}5^{gr}\ CO\langle^{AzH^2}_{AzH^2}$;

$60^o\text{-}70^o$; $V = 1,7v\text{-}2v$; $I = 0,04\text{-}0,06\ ND_{100}$.

Quantité de $Bi^2(SO^4)^3$.	Durée en heures.	Bi trouvé.	Bi calculé.	Erreur pour 100.
1. 0,6 gr	6 h	0,3550	0,3542	+0,2
2. 1,0710	8	0,6350	0,6326	+0,5
3. 0,81	8	0,4788	0,4785	+0,1
4. 0,63	8	0,3745	0,3721	+0,7
5. 0,8	9	0,4700	0,4725	−0,5
6. 0,6	7	0,3520	0,3542	−0,6
7. 1	10	0,5900	0,5907	−0,14
8. 1	10	0,5899	0,5907	−0,14
9. 0,75	10	0,4500	0,4530	−0,70
10. 0,7	8	0,4510	0,4535	−0,5

2° $Bi^2(SO^4)^3 + 5^{cc}\ HAzO^3 + 120^{cc}\ H^2O + 3^{gr},5\text{-}5^{gr}\ CO\langle^{AzH^2}_{AzH^2}$;

$50^o\text{-}60^o$; $V = 1,7v\text{-}2v$; $I = 0,05\ ND_{100}$.

Prise.	Durée.	Bi trouvé.	Bi calculé.	Erreur pour 100.
0,8 gr	$6\frac{1}{2}$ h	0,4740	0,4725	+0,3
0,8	8	0,4745	0,4725	+0,35
0,72	8	0,4500	0,4532	−0,7
1	10	0,5910	0,5907	+0,5
0,9	10	0,5360	0,5316	+1

La capsule est recouverte d'une couche de Cu.

3° $Bi^2(SO^4)^3 + 5^{cc}\text{-}7^{cc}\ HAzO^3 + 120^{cc}\ H^2O + 8^{cc}\text{-}10^{cc}\ C - H\langle^{O}_{H}$ ou $CH^3 - C\langle^{H}_{O}$;

$60^o\text{-}70^o$; $V = 1,8v\text{-}2v$; $I_{ND_{100}} = 0,4\text{-}0,06$ amp.

Prise de sel.	Durée en heures.	Bi trouvé.	Bi calculé.	Erreur pour 100.
1. 0,7 gr	8 h	0,4100	0,4135	−0,6
2. 0,7		0,4150		+0,3
3. 0,85	10	0,5000	0,5021	−0,4
4. 1	12	0,5950	0,5907	+0,8
5. 1	12	0,5947	0,5907	+0,7
6. 0,6	10	0,3551	0,3542	+0,2
7. 0,6	10	0,3542	0,3542	±0
8. 0,81	9	0,4760	0,4785	−0,5
9. 0,74	10	0,4370	0,4371	−0,02
10. 0,785	10	0,4607	0,4637	−0,60

$$Bi(AzO^3)^5.5H^2O + 5^{cc}\,AzO^3H + 120^{cc}\,H^2O + 15^{cc}\,HC\langle{}^{H}_{O}\ \text{ou}\ CH^3 - C\langle{}^{O}_{H};$$

60°-70°; $V = 1{,}8v$-$2v$; $I_{ND_{100}} = 0{,}06$ amp.

Prise de sel.	Durée en heures.	Bi trouvé.	Bi calculé.	Erreur pour 100.
gr	h			
1............	6	0,3400	0,3415	−0,5
1............		0,3420	0,3415	+0,15
1............	10	0,6400	0,6449	−0,7
1,5..........	10	0,5100	0,5123	−0,5
1,5..........		0,5098		−0,75
1............	8	0,3395	0,3416	−0,6

» La formule de Faraday $M = C.\alpha.\,i.\,t^{mgr}$ donnerait, comme temps théorique pour la précipitation de $0^{gr},1$ de bismuth métallique, $0^h,96$. Ce chiffre ne se vérifie qu'au début, quand la solution est concentrée. Vers la fin de l'opération, il peut monter jusqu'à $1^h,5$ ou $1^h,8$. La moyenne, dans les conditions que nous avons indiquées, est de $1^h,6$. »

CHIMIE. — *Sur les amalgames de sodium et de potassium* (1).
Note de MM. **Guntz** et **Férée**.

« Nous avons montré, dans divers travaux, que les amalgames des métaux de la famille du fer, Fe, Ni, Co, Cr, Mo, Tu, formés par électrolyse, perdent du mercure par compression, avec formation de composés définis. Ces amalgames se formant difficilement et par voie indirecte, on peut objecter le peu de stabilité de ces composés, pour expliquer ce résultat. Pensant que ce phénomène est général, nous avons étudié, pour répondre à cette objection, les amalgames de potassium et de sodium formés avec grand dégagement de chaleur, d'après les belles recherches de M. Berthelot.

» Lorsqu'on dissout du sodium dans le mercure, ce dernier s'échauffe : par refroidissement lent, il se forme de beaux cristaux d'amalgame, d'apparence cubique et dont la composition répond à la formule $NaHg^6$. Nous avons vérifié ce résultat. La théorie pour cette formule donne $Na = 1{,}88$ pour 100; nous avons trouvé dans deux analyses : pour Na, 1,91 et 1,88.

» Si, au lieu de retirer les cristaux du mercure, on comprime la masse

(1) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

tout entière, à la main, dans une peau de chamois, il reste le même amalgame Hg^6Na; la partie liquide qui filtre est du mercure saturé de sodium à la température de l'expérience et renferme 0,57 pour 100 de Na, d'après nos analyses. On doit donc admettre comme composé défini l'amalgame Hg^6Na, quoique ce résultat ait été contesté par M. Kerp.

» En saturant de sodium, par électrolyse, du mercure chauffé à des températures croissantes et constantes, ce savant (¹) a obtenu des amalgames renfermant plus de sodium que ne l'exige la formule Hg^6Na. Pour expliquer ce résultat, M. Kerp admet l'existence d'un amalgame Hg^5Na, qu'il n'a pu obtenir pur, et qui condense du mercure dans ses pores en proportion variable. Nous attribuons, au contraire, ce résultat à un mélange de deux amalgames Hg^6N et Hg^5Na; nous avons d'ailleurs pu obtenir cet amalgame Hg^5Na pur, en opérant de la manière suivante :

» On prend des cristaux de Hg^6Na, qu'on fond dans une capsule de porcelaine; on ajoute ensuite une petite quantité d'amalgame plus riche : 3,5 pour 100 de Na environ. Quand tout est dissous à une température de 200°, on laisse refroidir, en suivant au thermomètre la marche du refroidissement. A 140° la température reste stationnaire assez longtemps, en même temps que des cristaux d'amalgame se forment; à 138° on décante le mercure chaud, il reste des aiguilles prismatiques de l'amalgame $NaHg^5$ comme le montre l'analyse.

» Le liquide décanté se solidifie entièrement par refroidissement, vers 96° : c'est l'amalgame Hg^6Na, comme le montre l'analyse.

» La dissolution de Na dans Hg s'est donc séparée, par ce moyen, en deux amalgames de composition différente.

» Soumettons maintenant l'un ou l'autre de ces deux composés à une forte compression, à 200^{kg} ou à 1200^{kg} par centimètre carré : nous constatons que, dans les deux cas, il y a perte de mercure, avec formation d'un nouvel amalgame ayant pour formule Hg^4Na. Le mercure qui s'échappe contient toujours 0,57 pour 100 de Na, c'est donc toujours une solution saturée.

» Refroidissons graduellement cette solution jusqu'à 19° au-dessous de zéro; il se forme des cristaux d'un nouvel amalgame, de formule Hg^8Na. Ce nouvel amalgame, séparé de l'excès de mercure, fond partiellement en revenant à la température ordinaire, en donnant des cristaux de l'amalgame Hg^6Na et du mercure saturé de sodium.

» Nous avons donc ainsi montré l'existence et préparé quatre amalgames distincts Hg^8Na, Hg^6Na, Hg^5Na, Hg^4Na.

» Le potassium donne des résultats semblables quoique moins nets.

» L'amalgame bien cristallisé, obtenu par refroidissement lent du mercure ayant dissous du potassium, a pour formule $Hg^{12}K$ comme nous l'avons vérifié.

(¹) Kerp, *Zeitschrift für anorg. Chemie*, t. XVII, p. 284.

» Lorsqu'on comprime ce composé à 200kg par centimètre carré, nous avons constaté qu'il perd du mercure; saturé de potassium à la température de l'expérience (0,395 pour 100 de K), l'amalgame restant correspond à la formule $Hg^{10}K$.

» Malheureusement ces analyses ne fixent pas d'une façon définitive la formule du composé $Hg^{12}K$ renfermant 1,64 pour 100 de potassium, et la différence entre les deux compositions est presque de l'ordre des erreurs d'expérience.

» On peut cependant affirmer que le nouvel amalgame renferme moins de mercure que le précédent, car $Hg^{12}K$ perd, par compression, du mercure ne contenant que 0,395 de potassium, ce qui exige pour le composé restant une teneur plus forte en potassium.

» Nons avons vérifié également que la solution de K dans Hg, refroidie à 19° au-dessous de zéro, donne des cristaux d'un nouvel amalgame $Hg^{18}K$.

» En se réchauffant, ces cristaux, comme les cristaux correspondants de l'amalgame de sodium, fondent en donnant du mercure saturé de potassium et des cristaux de $Hg^{12}K$.

» Nous devons donc admettre que la compression des amalgames définis de sodium et de potassium les décompose, comme les amalgames de la famille du fer, en donnant naissance à des composés définis. »

CHIMIE. — *Sur la réduction de l'anhydride tungstique par le zinc : préparation du tungstène pur.* Note de M. **Marcel Delépine**.

« Des mesures calorimétriques faites, par M. Hallopeau et moi, sur la chaleur d'oxydation du tungstène (¹) il était facile de déduire une méthode de préparation de ce métal; si sa chaleur d'oxydation est exacte, tout métal de chaleur d'oxydation plus grande pourra le chasser de ses oxydes, de la même façon qu'il chasse de leurs oxydes les métaux de chaleur d'oxydation moindre. Une préparation commode du tungstène m'a paru utile à tenter, car, si ce métal peut s'obtenir facilement pur en petite quantité, il n'en est plus de même lorsqu'on veut le préparer en grand. A part les expériences de M. Moissan, où la réduction de l'anhydride tungstique a lieu par le carbone au four électrique (²), il n'existe pas, que je sache, de procédé qui permette de préparer de grandes quantités de tungstène pur. La réduction de TuO^3 par l'aluminium par le procédé de M. Goldschmidt, même avec les modifications apportées par M. Stavenhagen, donne le métal fondu aussi, il est vrai, mais celui-ci est sujet à contenir de l'aluminium (³).

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 600; 1899.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 13; 1896.
(³) *D. ch. G.*, t. XXXII, p. 1513; 1899.

» Dans la méthode que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je réduis l'anhydride tungstique par le zinc, métal commun, ce qui ajoute à l'intérêt théorique un intérêt pratique nullement à dédaigner.

» D'après les données thermochimiques, on a :

$$TuO^3 + 3Zn = Tu + 3ZnO \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +57^{Cal},1 \quad \text{ou} \quad 3 \times 19^{Cal},03$$

» En fait, j'ai effectué cette réaction avec : 1° le zinc et l'anhydride tungstique purs; 2° le zinc et le tungstate d'ammonium purs; 3° le zinc commercial et le tungstate d'ammonium fait avec l'anhydride tungstique commercial; 4° le zinc commercial et l'anhydride tungstique, tel qu'on l'extrait directement du wolfram par la méthode de Wœhler.

» Il suffit de chauffer le mélange de TuO^3 (ou du sel ammoniacal) avec 1 p. 5 de zinc pulvérisé, au rouge, au feu de charbon de bois, de coke ou de gaz, jusqu'à ce que le zinc ne distille plus. Dans tous les cas, on obtient une masse noire très friable, constituée par du tungstène, de l'oxyde de zinc et un peu d'anhydride tungstique ou d'oxyde inférieur provenant d'une réduction incomplète. Voici comment il convient de la traiter. On enlève l'oxyde de zinc formé par de l'acide chlorhydrique; on lave jusqu'à disparition d'acidité, ce qui fournit un produit à 98,5 pour 100 de Tu, soit 94 pour 100 de métal et 6 pour 100 de TuO^3 environ. L'ébullition de la poudre noire obtenue, avec de la soude pendant quelques minutes, puis des lavages jusqu'à cessation d'alcalinité, enlèvent à peu près complètement les oxydes et, suivant le soin qu'on a apporté à l'opération, fournissent un métal à 99,5-100 pour 100. En tout cas, le métal, chauffé au rouge pendant une heure dans un courant d'hydrogène, atteint régulièrement une teneur de 99,8-99,9-100 pour 100; on peut opérer cette réduction sur des hectos à la fois, ce qui est peu pratique avec l'anhydride tungstique comme point de départ.

» Les résultats analytiques suivants indiquent la pureté des produits formés dans les divers modes de préparation signalés; 100 parties contiennent en tungstène :

	Après lav. à l'HCl.	Après action de KOH.	Après action de H.
I.........	98,6	99,65; 99,44; 99,48	99,92; 99,89
II........	98,5	»	99,80; 99,93
III........	»	99,88; 100	»
IV........	98,62	»	99,88; 99,90; 100

» On voit que la pureté du zinc n'influe pas sur la qualité du produit, ce qui se conçoit, les impuretés du zinc étant ou volatiles, ou solubles dans les alcalis. Il faut cependant noter que les produits II et III préparés avec des sels ammoniacaux peuvent retenir un millième d'azote éliminable par les alcalis fondus, sous forme d'ammoniaque.

» Le métal obtenu par ce procédé au zinc est une poudre grise (quel-

quefois cristalline), dense, prenant l'éclat métallique par une compression énergique ou la trituration dans un mortier, brûlant à l'air avec une extrême facilité, en se changeant totalement en anhydride tungstique jaune. Avec d'autres réactifs, il offre également une grande activité chimique, qui n'est due qu'à son état de division. La plupart des analyses ci-dessus ont été effectuées en brûlant à l'air le métal placé dans un creuset chauffé : l'oxyde formé est entièrement soluble dans le carbonate de soude fondu; j'ai retiré à $\frac{1}{800}$ près, par des dosages au nitrate mercureux, le poids de TuO^3 existant après l'oxydation à l'air. La légère différence en moins peut être attribuée aux pertes pendant les manipulations; la simple oxydation à l'air constitue, en somme, un dosage rigoureux.

» La densité, prise sur les échantillons II et IV, a été trouvée respectivement de 18,67 et 18,61, nombres fort voisins de ceux qui ont été donnés par M. Hallopeau pour le tungstène cristallisé ([1]) et par M. Moissan pour le tungstène fondu au four électrique (*loc. cit.*).

» Enfin, le métal divisé et pur, que je possédais en grande quantité, m'a permis de déterminer à nouveau, et dans des conditions d'exactitude plus resserrées, la chaleur d'oxydation de Tu en TuO^3.

» En opérant sur 2^{gr} environ, j'ai trouvé pour 1^{gr} : $1064^{cal},0$, $1071^{cal},5$ et $1067^{cal},2$; en moyenne $1067^{cal},6$, valeur presque identique à celle qui a été déterminée précédemment, mais qui est sûrement plus exacte. Je propose définitivement les nombres suivants :

$Tu + O^3 = TuO^3$	$+196^{Cal},44$ à vol. const.	$+197^{Cal},3$ à press. const.
$TuO^2 + O = TuO^3$	»	$+64,9$ »
$Tu + O^2 = TuO^2$	»	$2 \times 66,2$ »

» Ces nombres, si voisins de ceux du fer, imposent une dernière question. Est-il véritablement nécessaire de chauffer à ces températures si élevées recommandées par les auteurs (Deville, Riche, Dumas) pour réduire l'anhydride tungstique par l'hydrogène? Non.

» J'ai constaté que l'anhydride tungstique placé dans une nacelle et chauffé dans un tube de verre, sur une grille à analyse, perd tout son oxygène en une ou deux heures sous l'influence de l'hydrogène sec, et cela à une température rouge bien inférieure à celle où le verre se déforme; la perte est égale au poids d'oxygène fixé par le métal dans sa combustion dans l'air ou l'oxygène.

» En résumé, la réduction de l'anhydride tungstique par le zinc permet

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1291; 1 8.

d'obtenir facilement le tungstène pur, cela en quantité aussi considérable qu'on le veut, à des températures fort peu supérieures à celles où le zinc distille. A part son état physique pulvérulent, ce métal ainsi préparé possède la densité et la chaleur de combustion du tungstène cristallisé ou fondu; il peut aussi, par compression ou trituration, prendre l'éclat brillant des métaux, de sorte que l'on est en droit d'affirmer qu'il s'agit bien là d'un élément identique, abstraction faite de l'état de division, dû au peu de fusibilité du tungstène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du nickel réduit sur l'acétylène.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« MM. Moissan et Moreu ont observé en 1896 (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1241) que le fer, le cobalt, le nickel récemment réduits et aussi le platine divisé (noir, mousse) pouvent réaliser avec incandescence, dès la température ordinaire ou par une légère chauffe, la destruction de l'acétylène : une partie du gaz se dédouble en hydrogène et charbon volumineux; une autre partie, au contact du métal incandescent, donne lieu aux phénomènes de condensation découverts par M. Berthelot, production de benzine et autres hydrocarbures plus complexes.

» Nos observations récentes sur l'hydrogénation de l'acétylène en présence du nickel, du cobalt, du fer réduits ou du platine divisé (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1173; t. CXXX, p. 1628, et t. CXXXI, p. 40) nous ont conduits à penser que, au contact d'une colonne de ces métaux maintenus à une température convenable, l'hydrogène produit par la réaction de destruction doit réagir sur l'acétylène en excès, et nous avons été ainsi amenés à reprendre l'étude précise du phénomène.

» I. *Réaction sans incandescence.* — Si, sur du nickel réduit par l'hydrogène et refroidi dans ce gaz, on dirige brusquement un courant rapide d'acétylène, il y a aussitôt incandescence du métal. Nous avons pensé que celle-ci provenait peut-être de l'échauffement initial que produit la combinaison de l'acétylène avec l'hydrogène fixé par le nickel : s'il en est ainsi, en éliminant ce dernier gaz, on devra éviter l'incandescence. C'est en effet ce qui a lieu : après la réduction, le métal étant encore chaud, on remplace l'hydrogène par de l'azote pur et on laisse refroidir dans ce gaz; dans ces conditions, un courant même rapide d'acétylène *n'amène aucune élévation de température* et ne détermine à froid aucune réaction.

» L'élimination de l'hydrogène peut avoir lieu par l'acétylène lui-même, en dirigeant un courant très lent de ce gaz (environ 10^{cc} par minute) sur le nickel réduit

refroidi dans l'hydrogène : on observe un échauffement léger, avec arrêt de gaz pendant plusieurs minutes; puis, en même temps que la sortie des gaz se rétablit, la chaleur due à l'utilisation de l'hydrogène fixé se dissipe et dès lors on peut faire passer très rapidement l'acétylène sans produire l'incandescence.

» Avec ces précautions, on peut chauffer le nickel à 100° et même à 150° sans amener aucune réaction appréciable. Ce n'est qu'au-dessus de 180° qu'une *réaction lente* apparaît sans incandescence et se maintient, pourvu que le passage de l'acétylène ne soit pas trop rapide : le métal noircit et gonfle un peu; des liquides verdâtres, d'odeur pénétrante, se condensent dans les parties froides du tube, et les gaz qui sortent contiennent, à côté d'acétylène inaltéré, des carbures éthyléniques et forméniques, avec une certaine dose d'hydrogène et de vapeurs aromatiques. Voici la composition en volumes d'un de ces gaz, obtenu avec une traînée de nickel de 35^{cm} chauffée à 250°, la vitesse de l'acétylène étant voisine de 20^{cc} par minute :

Acétylène	25,9
Hydrogène	3,1
Éthane	10,1
Éthylène	34,3
Carbures éthyléniques supérieurs	16,5
Benzine et homologues	10,1
	100,0

» Les liquides condensés contiennent surtout de la benzine et des carbures gras incomplets. En maintenant ainsi très longtemps le nickel dans un courant lent d'acétylène entre 180° et 300°, on transforme le métal en une matière noirâtre, qui occupe un volume à peu près double : elle brûle avec une fumée odorante et paraît constituée par un mélange de métal carburé avec un hydrocarbure solide, analogue au *cuprène* que donne si aisément l'acétylène en présence du cuivre vers 200° (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 250; 1900).

» Ajoutons que, avec le nickel ainsi maintenu dans l'acétylène au-dessus de 180°, un courant rapide du gaz amène l'incandescence avec foisonnement du métal.

» II. *Réaction avec incandescence.* — L'incandescence déterminée à froid par l'acétylène, arrivant sans précautions sur le nickel réduit, s'établit d'abord à l'entrée du tube, puis se transporte lentement vers l'autre extrémité, tandis que le tube se remplit d'une matière noire volumineuse; les gaz qui se dégagent abandonnent dans un serpentin refroidi une quantité notable de produits liquides.

» Dans une expérience effectuée avec un tube de 2^{cm} de diamètre, où le métal formait une traînée peu épaisse sur une longueur de 35^{cm}, la vitesse de l'acétylène étant maintenue au voisinage de 150^{cc} par minute, l'incandescence a pu être prolongée *pendant huit heures consécutives*. Toute la longueur du tube étant chauffée entre 200° et 250°, on a recueilli plus de 15^{cc} d'un hydrocarbure verdâtre fluorescent, d'odeur pénétrante, qui ne tarde pas à brunir au contact de l'air. La moitié distille de 50° à 170° en un liquide mobile, légèrement coloré en jaune; le reste passe en majeure partie au-dessous de 280° en un liquide vert brillant. Ces produits, dont nous poursuivons l'étude, contiennent surtout des carbures aromatiques et des carbures gras incomplets.

» Les gaz dégagés après une demi-heure d'incandescence contenaient :

Acétylène	traces
Benzine et homologues	10,3
Éthylène	2,1
Éthane	36,2
Hydrogène	51,4
	100,0

» Quant à la masse solide qui remplit le tube, elle est constituée par une matière noir *grisâtre*, dans laquelle le nickel se trouve diffusé (¹) : c'est un mélange de charbon noir léger et de carbure solide, qui communique à certaines portions plus riches une teinte brun clair. On y trouve aussi certaines agglomérations de carbure soyeux filiforme, rappelant la structure du cuprène.

» En réalité, dans l'action du nickel sur l'acétylène au-dessus de 180°, il y a superposition de trois réactions :

» 1° Destruction locale du gaz en un point de la masse riche en nickel, porté à l'incandescence par la chaleur dégagée : elle fournit du charbon et de l'hydrogène, avec une certaine proportion de benzine et autres carbures aromatiques. Quand le nickel est trop dilué par le charbon produit, l'incandescence se déplace et a lieu plus loin, dans une région riche en métal.

» 2° Hydrogénation d'une partie de l'acétylène par l'hydrogène issu de l'incandescence : elle a lieu dans la partie postérieure du tube, grâce à la présence du nickel, et fournit surtout des carbures forméniques plus ou moins condensés.

» 3° Action lente sur l'acétylène du nickel disséminé dans la masse charbonneuse qui remplit la partie antérieure du tube : ainsi qu'on l'a vu au début de cette Note, cette action, qui n'a lieu qu'au-dessus de 180°, donne naissance à des produits éthyléniques et aromatiques, partiellement condensables à l'état liquide, et aussi à un carbure solide, analogue et peut-être identique au cuprène.

» Selon les conditions, ces trois réactions interviennent avec plus ou moins d'importance; au début du phénomène, ou bien quand on ne maintient pas au-dessus de 180° la température du tube, la troisième fait à peu près défaut. Au contraire, quand l'incandescence arrive à l'extrémité du tube, l'action hydrogénante est peu importante : c'est ce que montre

---

(¹) Dans un échantillon, 10gr du produit contenaient 0gr,14 de nickel.

la composition du gaz recueilli dans ces conditions, après huit heures de marche :

Acétylène	7,9
Benzine et homologues	10,0
Carbures éthyléniques supérieurs	12,8
Éthylène	20,4
Éthane	15,6
Hydrogène	33,4
	100,1

Avec un tube non chauffé, où l'incandescence est extrêmement vive et localisée en un point, la destruction charbonneuse est la seule action importante : ce sont les conditions que réalisaient MM. Moissan et Moureu dans leurs expériences. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers cyanacétiques à radicaux acides substitués sur le chlorure de diazobenzène et sur le chlorure de tétrazodiphényl* ([1]). Note de M. G. FAVREL.

« Dans une Note antérieure, j'ai montré que les éthers cyanacétiques, en réagissant sur les chlorures bis-diazoïques, fournissent des composés auxquels j'ai attribué provisoirement des formules qui représentent ces corps comme des hydrazones. Il m'a semblé intéressant de rechercher comment se comporteraient les éthers cyanacétiques à radicaux acides, vis-à-vis des chlorures diazoïques et bis-diazoïques. L'essai a été effectué avec les éthers suivants : acétylcyanacétate d'éthyle ([2]), propionylcyanacétate d'éthyle ([3]), isobutyrylcyanacétate d'éthyle, isovalérylcyanacétate d'éthyle ([4]) et benzoïlcyanacétate d'éthyle.

» 100^{cc} de solution normale d'aniline à 3 molécules d'acide chlorhydrique par litre, ont été refroidis avec de la glace; puis additionnés peu à peu de 100^{cc} de nitrite de soude normal. A ce mélange, on ajoute alors 40^{gr} d'acétate de soude dissous dans 100^{cc} d'eau. le mélange est séparé de la glace et abandonné à lui-même jusqu'à ce que sa

([1]) Travail fait au laboratoire des Travaux pratiques de l'École de Pharmacie de l'Université de Nancy.

([2]) HALLER et HELD, *Comptes rendus*, t. XCV, p. 235.

([3]) HALLER, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1083.

([4]) KLOBB, *Ann. de Phys. et de Chim.*, 7e série, t. X, p. 145.

températurere montée à 15°, puis additionné de 15,50 d'acétylcyanacétate d'éthyle, qui, à cette température, ne se solidifie pas. Le liquide, vivement agité, se trouble, devient jaune et laisse déposer au bout de vingt-quatre heures un précipité cristallin, souillé par un peu de matière goudronneuse dont il est facile de le débarrasser en le jetant sur une plaque poreuse.

» Il est alors facile de reconnaître dans ce précipité deux espèces de cristaux : les uns, aiguilles jaunes, fondent à 124°-125°; les autres, tabulaires de même couleur, fondent à 84°-85°. Les uns et les autres se dissolvent dans la soude étendue et la solution fournit par l'acide chlorhydrique un précipité qui, après dessiccation à froid, fond à 124°-125°.

» Ce sont là les caractères des benzène-azocyanacétates d'éthyle α et β, obtenus par M. Haller ([1]), et confirmés par l'analyse qui a été faite sur le produit précipité par l'acide chlorhydrique de la solution alcaline et cristallisé dans l'alcool.

» On peut dès lors représenter l'action de l'acétylcyanacétate d'éthyle sur le chlorure de diazobenzène par l'équation suivante :

$$C^6H^5AZ = AZ - OH + CH^3 - CO - \underset{\substack{|\\ CO^2C^2H^5}}{\overset{\substack{CAZ\\ |}}{C}} - H$$

$$= CH^3 - CO^2H + C^6H^5AZ\left\langle\begin{matrix}AZ\\ H\end{matrix}\right. = \underset{\substack{|\\ CO^2C^2H^5}}{\overset{\substack{CAZ\\ |}}{C}}.$$

» Il est du reste facile de mettre en évidence la production d'acide acétique dans la réaction, en ayant soin de remplacer dans la préparation l'acétate de soude par du tartrate de soude. Il suffit, une fois la réaction terminée, d'épuiser le liquide surnageant le précipité par l'éther, pour enlever l'acétylcyanacétate qui n'a pas réagi, et de soumettre à la distillation. Dans le distillatum, il est facile de caractériser l'acide acétique.

» Ce résultat est à rapprocher de celui qui a été obtenu par MM. Japp et Klingemann ([2]) avec le méthylacétoacétate d'éthyle et le chlorure de diazobenzène. Ces auteurs ont en effet observé, dans ce cas, le déplacement du groupe acétyle et la formation du benzol azopropionate d'éthyle.

» Si l'on opère exactement de la même façon avec les autres éthers :

([1]) Haller, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1171 et t. CXVI, p. 714.

([2]) Japp et Klingemann, *Ber. d. D. ch. Ges.*, p. 2942; 1887.

propionylcyanacétate d'éthyle etc., les résultats sont les mêmes, c'est-à-dire qu'il y a production des éthers α et β dont j'ai parlé plus haut, en même temps qu'il y a élimination de l'acide correspondant. Enfin, ces mêmes éthers se comportent d'une façon analogue vis-à-vis du chlorure de tétrazodiphényl; mais il semble se produire, en même temps, des réactions secondaires. Cela ne m'a permis d'isoler la diphénylhydrazone cyanacétate d'éthyle pure, que dans le cas de l'action de l'acétylcyanacétate d'éthyle et de l'isobutyrylcyanacétate d'éthyle sur ce même chlorure. »

BOTANIQUE. — *Sur les limites de possibilité du greffage chez les végétaux.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les Anciens ont prétendu pouvoir, à l'aide du greffage par rapprochement ([1]), unir entre elles les plantes les plus différentes, la Vigne, l'Olivier et le Noyer, le Rosier et le Houx, par exemple. Les Modernes, au contraire, affirment que les Anciens ont fait erreur. A la suite de nombreux insuccès dans les plantes ligneuses, ils ont admis, depuis Adanson ([2]), le fameux principe de la parenté botanique en fait de greffage, d'après lequel *deux plantes ne peuvent se greffer entre elles si elles n'appartiennent pas à la même famille.*

» Cependant on a cité des exemples très rares d'union naturelle entre plantes ligneuses : Chêne et Frêne ([3]), Tilleul et Sapin ([4]). Mais ces unions n'ont point été reproduites artificiellement. D'autre part, j'ai réussi l'année dernière, à l'aide de la greffe mixte, l'union du *Vernonia* (Composées) et du *Xanthium* (Ambrosiacées). Mais, comme la place des Ambrosiacées dans la classification est l'objet de discussions entre les botanistes, on pouvait objecter que le succès de cette greffe prouvait que les Ambrosiacées étaient des Composées : il ne changeait rien au principe de la parenté botanique.

([1]) Ces procédés de greffage, très en honneur chez les Anciens, qui s'en servaient pour le greffage des Châtaigniers, des Oliviers, etc., sont actuellement rangés dans les greffages en approche, bien qu'ils en diffèrent par l'absence de *sevrage* (voir les greffes Hymen et Magon dans Thouin, *Monographie des greffes,* Paris, 1821).

([2]) Adanson, *Familles des Plantes,* Paris, 1763.

([3]) Roy, *Deux greffes hétérogènes* (*Revue horticole,* 1884).

([4]) *L'Intermédiaire de l'Assoc. franç. pour l'avanc. des Sciences,* Paris, novembre 1899.

» J'ai, cette année, fait des greffes par rapprochement, qui sont à l'abri de cette objection. J'ai opéré sur de jeunes semis, appartenant à des végétaux de familles très éloignées et dont voici la liste :

» 1. Haricot (Légumineuses) et Xanthium (Ambrosiacées);
» 2. Haricot (Légumineuses) et Ricin (Euphorbiacées);
» 3. Grand Soleil (Composées) et Melon (Cucurbitacées);
» 4. Choux divers (Crucifères) et Tomate (Solanées);
» 5. Chrysanthème caréné (Composées) et Tomate (Solanées);
» 6. Topinambour (Composées) et Morelle noire (Solanées);
» 7. Coleus (Labiées) et Achyranthes (Amarantacées);
» 8. Cinéraire maritime (Composées) et Tomate (Solanées);
» 9. Aster (Composées) et Phlox (Polémoniacées);
» 10. Coleus (Labiées) et Tomate (Solanées);
» 11. Érable (Acérinées) et Lilas (Oléinées);
» 12. Zinnia (Composées) et Tomate (Solanées).

» Toutes ces greffes ont réussi et donné lieu à une *soudure bien nette et durable*. Toutefois les greffes qui sont les plus parfaites sont celles dans lesquelles l'analogie de taille, de vigueur, de végétation est le plus marquée. De même la question de la nature des tissus joue un grand rôle, ainsi que les procédés de cicatrisation particuliers des plantes. Ainsi la Tomate et le Chou, le Topinambour et la Morelle, donnent une soudure extrêmement accusée, à cause de leur nature très herbacée et de leur pousse rapide, tandis que l'Aster et le Phlox un peu âgés, l'Érable et le Lilas âgés d'un an, ne se soudent pas ou se soudent mal; l'opération ne réussit alors que sur pousses très jeunes.

» Le succès des greffes par rapprochement, entre les plantes si différentes dont je viens de donner la liste, montre de la façon la plus évidente que *le principe de la parenté botanique ne peut s'appliquer à la greffe par rapprochement, puisque des plantes de familles très éloignées et d'ordres différents (Dialypétales, Gamopétales, Apétales) peuvent s'unir entre elles.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de l'air sec et de l'air humide sur les végétaux* (¹). Note de **M. Eberhardt**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On a étudié d'une façon générale l'influence du climat sur la végétation, mais cette influence comprend à la fois celle du sol, celle de l'air et

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

celle de l'éclairement; elle est fonction de plusieurs variables, qu'il est nécessaire d'isoler et d'étudier séparément.

» Je me suis proposé d'examiner l'influence générale de l'air seul, soit sec, soit humide, par comparaison avec l'air normal ([1]); les plantes étaient dans des conditions absolument identiques, c'est-à-dire dans le même sol, avec le même degré d'hygroscopicité, et exposées au même éclairement. Quand il y avait lieu, l'évaporation de l'eau contenue dans la terre était supprimée : le pot étant vernissé et la surface de la terre recouverte de lames de verre, ne laissant passer que la base de la tige et mastiquées sur leurs points de contact.

» Les expériences furent de deux sortes: les unes portèrent sur des plantes en germination, qui développèrent par conséquent tout leur appareil aérien dans le milieu soit sec, soit humide; les autres s'adressèrent non plus à des germinations, mais à des branches comparables prises sur un même pied et comptant au moment de la mise en expérience le même nombre de feuilles.

» Les plantes étaient mises dans des cloches où j'entretenais, dans les unes un air saturé d'humidité, dans les autres un air constamment desséché par la présence d'acide sulfurique. Pour empêcher l'acide carbonique dégagé par la plante d'intervenir comme agent toxique, l'air était renouvelé deux fois par jour dans les cloches; cet air, avant d'arriver dans celles où devait régner le milieu sec, passait préalablement à travers une éprouvette remplie de chlorure de calcium.

» Mes expériences ont porté sur un grand nombre de plantes (Fève, Lupin, Cytise, Acacia, Ricin, Spirée, Aubépine, Baguenaudier, etc.).

» Je décrirai ici deux types, le Cytise et le Ricin, ne m'occupant que de la morphologie externe et me réservant de publier ultérieurement les modifications apportées dans la morphologie interne.

» *Cytisus laburnum.* — L'expérience étant disposée comme il a été dit plus haut, on put constater qu'au bout de peu de temps, trois ou quatre jours, les plantes placées dans le milieu humide prenaient une avance réelle sur les deux autres, c'est-à-dire sur celles placées dans l'air sec, et sur celles placées dans l'air normal; l'axe hypocotylé s'est allongé rapidement en même temps que les cotylédons prenaient une teinte vert jaunâtre. Les premières feuilles apparurent bien avant celles des deux autres milieux.

([1]) M. Lothelier s'est déjà occupé de cette question dans un Mémoire bien connu (*Revue générale de Botanique*, 15 juillet 1890), mais en le limitant aux plantes à piquants et en admettant qu'il n'y a point de différences entre la plante poussant dans l'air normal et celle poussant à l'air sec.

» Le développement de l'axe hypocotylé fut plus lent dans l'air normal et cette lenteur s'accentua dans l'air sec.

» La tige grandit très rapidement dans l'air humide, mais avait un aspect plus grêle. De même que pour l'axe hypocotylé, un ralentissement réel s'observa pour le développement de la tige dans l'air sec, mais, en revanche, son diamètre dépassait celui de la plante normale de près de $\frac{1}{3}$.

» Les feuilles étaient très peu nombreuses dans ce milieu et présentaient une couleur intermédiaire entre celles du milieu humide, très pâles, et celles du milieu normal, d'un vert très foncé.

» Les trois échantillons, dont le développement commença le 25 mai, furent recueillis le 1er juillet et présentèrent les différences suivantes.

» Nous désignerons par *ah* la longueur de l'axe hypocotylé, par *t* celle de la tige, par *ht* la hauteur totale de la plante et par *n* le nombre de feuilles.

		cm
A. Air sec	$ah =$	2,5
	$t =$	1,2
	$ht =$	6,5
	$n =$	3
B. Air normal	$ah =$	3
	$t =$	3
	$ht =$	9,5
	$n =$	4
C. Air humide	$ah =$	3,5
	$t =$	7,5
	$ht =$	14
	$n =$	7

» Je constatai de plus que dans C (air humide), la racine principale bien développée ne porte sur son parcours que l'amorce de quelques radicelles.

» En B les radicelles ont un développement beaucoup plus marqué et dans A elles sont si abondantes qu'elles forment un véritable chevelu.

» Ce fait doit, je crois, être attribué à la transpiration ; la plante, quoique ayant moins de feuilles en A qu'en C, transpire bien davantage dans un milieu sec, qui joue en quelque sorte le rôle d'un aspirateur constant, que dans un milieu saturé d'humidité, bien que la terre contienne dans les deux cas la même quantité d'eau. Devant ce besoin la plante multiplie ses radicelles pour aller à la recherche de l'eau qui lui est nécessaire.

» En outre, les nodosités des racines sont beaucoup plus abondantes en A qu'en B et en B qu'en C.

» Les feuilles sont plus minces en A qu'en C et, de plus, sont couvertes de poils, ce qui n'a pas lieu en C.

» *Ricinus communis*. — Les mêmes phénomènes de développement s'observèrent dans le Ricin : augmentation de la surface foliaire, allongement des pétioles dans le milieu humide avec diminution de la coloration verte, allongement plus grand aussi de l'axe hypocotylé et des entre-nœuds, ainsi qu'apparition plus précoce des premières feuilles.

» Au contraire, dans le milieu sec, diminution de la surface foliaire, réduction de l'axe hypocotylé et des entre-nœuds, coloration plus foncée des feuilles, un peu moins intense toutefois que dans le milieu normal; diminution d'épaisseur des feuilles.

» En outre, le milieu, soit sec, soit humide, a une influence sur les glandes que l'on trouve dans cette plante sur les feuilles et les pétioles; très volumineuses dans le milieu normal, ces glandes, dans le milieu sec, restreignent un peu leurs dimensions mais sont beaucoup plus nombreuses; dans le milieu humide, elles sont excessivement réduites et moins nombreuses que dans le milieu normal.

» Le même phénomène que je signalai plus haut pour le Cytise à propos des radicelles se retrouve ici très nettement marqué.

» *En résumé,* par rapport à l'air normal, l'air humide :

» Augmente et active le développement, aussi bien de la tige que des feuilles, mais réduit le diamètre de la tige; a tendance à exagérer la surface foliaire; atténue la quantité de chlorophylle contenue dans les feuilles; réduit beaucoup la production des radicelles;

» L'air sec :

» Ralentit l'accroissement et le développement de la tige et des feuilles; augmente le diamètre de la tige; a tendance à diminuer la surface foliaire; augmente le nombre des radicelles. »

GEOLOGIE. — *Les roches volcaniques du Protectorat des Somalis.* Note de MM. A. DE GENNES et A. BONARD, présentée par M. de Lapparent.

« L'un de nous a fait, en 1899-1900, une exploration géologique dans le Protectorat des Somalis et dans une petite portion de la zone éthiopienne, régions qui n'avaient encore été l'objet d'aucune étude précise.

» Jusqu'à 90^{km} de la côte, les terrains sont exclusivement volcaniques. Ils se composent de coulées superposées de rhyolites et de basaltes, ces derniers étant les plus récents. Sur les basaltes s'étend un manteau presque ininterrompu de latérite. Les rhyolites, là où ils ne sont pas recouverts par les basaltes, forment des massifs montagneux à profils arrondis. Ces rhyolites ont déjà fait l'objet d'une Note pétrographique de M. Lacroix (1).

» On trouve le terrain sédimentaire en place à partir de la rivière Kallelé, un peu au delà du kilomètre 90 du chemin de fer du Harrar. On

(1) LACROIX, *Sur les rhyolites à ægyrine et riebeckite du Pays des Somalis* (*Comptes rendus*, p. 1353; 1899).

voit alors affleurer des grès rubanés recouvrant un conglomérat quartzeux qui surmonte lui-même d'autres grès. Ces terrains n'ont fourni jusqu'ici aucun fossile. Ils paraissent appartenir au Trias.

» De nombreux échantillons de roches éruptives ont été étudiés par l'un de nous au laboratoire de M. le professeur Termier. Voici les résultats de cette étude pétrographique qui a porté sur trois sortes de roches : des *basaltes*, des *rhyolites*, des *cinérites*.

» Basaltes. — Roches de couleur grise montrant à l'œil nu des aiguilles feldspathiques et de rares grains d'olivine et d'augite. L'aspect est celui d'une andésite basique, ou encore de certaines *anamésites*. La structure est, en général, microgrenue, sans hiatus bien marqué dans la consolidation. Il y a souvent passage à la structure ophitique : développement de cristaux feldspathiques disposés en buissons sphérolitiques et moulés par du pyroxène. Aucune fluidalité n'est visible.

» L'augite, au microscope, est de couleur grise. L'olivine s'épigénise volontiers en bowlingite. Dans quelques échantillons, surtout dans ceux qui sont scoriacés, on voit deux temps de consolidation : la pâte, holocristalline, sans trace de fluidalité, étant alors d'une extrême finesse. Les cristaux les plus gros de feldspath sont généralement zonés, mais l'amplitude chimique du zonage ne va qu'à quelques centièmes d'anorthite. La plupart des cristaux relativement gros appartiennent à un labrador basique (65-70 pour 100 An.). Quelques-uns descendent jusqu'à l'andésine à 45 pour 100 An. Les cristaux plus petits paraissent appartenir à l'andésine. L'analyse chimique montre qu'il y a, en outre, un peu d'orthose, ce feldspath potassique étant probablement mêlé à l'andésine d'une façon tout à fait intime. Il n'y a pas de biotite. Le fer oxydulé est abondant, parfois accompagné d'un peu d'oligiste. Voici deux analyses (M. Pisani) :

			Moyenne.
Silice	50,20	48,75	49,47
Alumine	18,70	18,70	18,70
Oxydes de fer évalués en Fe^2O^3	14,66	15,46	15,05
Chaux	8,55	9,25	8,90
Magnésie	5,37	5,32	5,34
Potasse	0,86	0,72	0,79
Soude	2,98	2,77	2,87
Perte au feu	0,75	0,87	0,81
	102,07	101,84	101,93

» On déduit de ce Tableau la composition minéralogique suivante qui concorde bien avec les résultats de l'examen microscopique : anorthite, 25 pour 100; albite, 25 pour 100; orthose, 5 pour 100; augite (à 18 pour 100 CaO), 25 pour 100; olivine (à 40 pour 100 MgO), 8 pour 100; magnétite et oligiste, 12 pour 100.

» Rhyolites. — Roches grises, jaunes, roses ou rouges, un peu rudes au toucher. On y reconnaît à l'œil nu de grands cristaux de quartz et d'orthose, et dans certains échantillons s'accuse nettement une sorte de stratification en bandes grises ou ver-

dâtres, alternant avec des bandes roses, comme dans les échantillons décrits par M. Lacroix. Les cristaux d'orthose ont des contours arrondis; ils sont sillonnés de cassures irrégulières dans lesquelles on trouve parfois de la calcite. Le quartz est assez abondant, en cristaux rongés et résorbés. On voit quelques petits cristaux d'une arfvedsonite voisine de la riebeckite, d'un polychroïsme allant du vert pistache au bleu d'azur. La pâte, parfois vitreuse, le plus souvent microlitique, est composée d'un feutrage très serré de microlites de feldspath si enchevêtrés que la détermination optique en est impossible, et de petits grains de quartz à contours généralement anguleux, parfois ramifiés et comme dendritiformes. Ces deux éléments sont accompagnés d'un minéral abondant, le plus souvent isotrope, mais montrant en certaines de ses parties des restes de biréfringence et de polychroïsme qui prouvent que l'on a affaire à des cristaux décomposés de biotite. Dans certains échantillons, la pâte est entièrement dévitrifiée et présente une structure en éponges montrant qu'il y a eu une multitude de centres de dévitrification. Souvent aussi, elle est sphérolitique, les sphérolites étant à croix noire et de signe négatif. Cette structure sphérolitique passe quelquefois nettement à la structure micropegmatique.

» Voici trois analyses (M. Pisani) :

	1.	2.	3.	Moyenne de 1 et 2.
Silice	76,60	73,10	76,80	74,85
Alumine	10,40	12,20	11,80	11,30
Oxyde ferrique	5,65	3,91	0,85	4,78
Chaux	0,51	1,51	0,43	1,01
Magnésie	1,52	1,54	1,28	1,53
Potasse	4,10	4,40	5,90	4,25
Soude	1,80	2,89	0,40	2,34
Perte au feu	1,20	1,38	2,50	1,29
	101,78	100,87	99,96	101,35

» La moyenne des deux premières analyses correspond sensiblement à la composition minéralogique suivante, en supposant la roche entièrement dévitrifiée :

» Silice libre, 40 pour 100; orthose, 25 pour 100; albite, 19 pour 100; anorthite, 4 pour 100; arfvedsonite, 2 pour 100; limonite, 5 pour 100.

» Cinérites. — Roches d'un blanc jaunâtre, à grain fin, rudes au toucher. Elles se dévoilent au microscope comme un ensemble hétérogène d'éléments éruptifs englobés dans une pâte argileuse. Ces éléments éruptifs sont : quartz, feldspaths alcalins, fer oxydulé, tous en esquilles irrégulières. Une assez forte proportion de calcite est mêlée au ciment. Ces cinérites, un peu calcaires, alternent avec les coulées de rhyolites et avec des brèches rhyolitiques de couleur rouge brique. »

GÉOLOGIE. — *Sur des lambeaux de mollasse marine situés au fond du cañon du Régalon (Vaucluse).* Note de M. **David Martin**, présentée par M. de Lapparent.

« Dans un article intitulé *La gorge du Régalon*, publié dans la *Nature* du 26 mai dernier, M. Martel signale, sur divers points de cette gorge, l'existence de *blocs ou lambeaux* de mollasse marine que nous lui avions fait remarquer pendant une excursion en août 1899.

» A la suite de cette publication, nous avons revu les lieux et il nous a été facile de constater qu'il s'agit bien ici d'une formation marine *in situ* et non de blocs arrivés là accidentellement.

» Le Régalon coupe transversalement du nord au sud la chaîne en calcaires urgoniens du Petit Luberon par un cañon de 1165^m de longueur et 130^m de profondeur, Sur sa plus grande étendue, la fissure n'a qu'une largeur de 2^m à 3^m, qui se réduit parfois à moins de $0^m,50$. Sur deux points seulement la gorge s'élargit en une gigantesque ouverture d'aven de 27^m de largeur sur le thalweg.

» Le moutonné particulier des parois semble indiquer une origine d'érosion et non de fracture.

» A diverses hauteurs, sur les parois, sont des ouvertures monumentales de grottes inaccessibles. Celles qui débouchent sur le thalweg même sont peu importantes et se continuent dans l'intérieur de la montagne par d'étroites fissures donnant issue, pendant les grandes pluies, à des masses d'eau considérables. Sauf ces époques exceptionnelles, le fond du cañon est sans eau et de parcours facile.

» Sur sa plus grande étendue le lit du cañon est constitué par des blocs dont les interstices sont remplis par de la mollasse. Nulle part nous n'avons pu constater sur le fond l'apparition des calcaires urgoniens en place. Les érosions quaternaires ou modernes n'ont donc pu évider le cañon à sa profondeur originelle.

» Les deux grottes les plus remarquables du Régalon se trouvent à 701^m de distance de l'issue de la gorge sur la vallée de la Durance et à l'altitude de 150^m (d'après notre baromètre). Ces deux grottes de même forme et de dimensions à peu près égales sont symétriquement placées par rapport à l'axe de la gorge et s'ouvrent par des arceaux à plein cintre de 22^m de diamètre avec une profondeur de 35^m.

» Celle de la rive gauche, de plain pied avec le lit du cañon, embroussaillé et large ici de 27^m, présente, à son entrée, une salle à sol horizontal de 12^m de profondeur. A cette profondeur est un escarpement de $4^m,35$ que couronne une terrasse en tribune de 129^{mq} de surface [1].

---

[1] Le Régalon et ses grottes sont le rendez-vous de bandes joyeuses de Provençaux. Sur la basse terrasse s'organisent des bals que dirige un orchestre établi sur la terrasse en tribune.

» L'escarpement présente la coupe très nette suivante :

» *a.* Les calcaires urgoniens en place et des blocs éboulés occupent à la base une hauteur de $0^m,40$ à $2^m,50$.

» *b.* Dans les anfractuosités de ces blocs se moulent les sables d'une mollasse marine qui remplit tous les recoins de la grotte jusqu'à $4^m,35$ de hauteur et forme le sol de la salle du fond en tribune de la grotte. Sur cette épaisseur de $3^m,95$ de mollasse marine, se remarquent 10 assises formant gradins.

» Dans toutes ces assises se trouvent des fossiles épars dans la mollasse. Mais à $3^m,10$ de hauteur est une couche en retrait de $0^m,20$ d'épaisseur formée de sables meubles et qui est une vraie lumachelle, tout à fait comparable aux cordons littoraux de coquilles que nous avons remarqués sur les bords des étangs de Lavalduc et de l'Engrenier.

» Les mêmes sables s'élèvent, du lit de Régalon, jusqu'au fond de la grotte de la rive droite; mais ne présentent qu'un talus éboulé. Dans une fouille, nous avons rencontré : d'abord une couche de $0^m,15$ de mollasse assez compacte, puis une assise de sables meubles à peine teintés de jaune et qui est une vraie lumachelle comme l'assise indiquée à $3^m,10$ de hauteur dans la grotte d'en face.

» La faune de la mollasse et des sables du Régalon est peu variée : tous les fossiles n'appartiennent guère qu'à une seule espèce, représentée à tous les âges par des milliers d'exemplaires. C'est une térébratule, d'espèce à déterminer.

» En tamisant les sables recueillis, nous avons rencontré, en outre, un petit *Pecten* et de nombreux fragments d'huîtres très roulés, ainsi qu'une côte très fruste de petit vertébré.

» En revanche, les coquilles de térébratules, malgré la délicatesse et la fragilité de leur test, sont dans un parfait état de conservation.

» A quel âge appartiennent ces lambeaux de mollasse marine du Régalon? Il serait prématuré peut-être de leur en assigner un, avant la détermination précise de leur faunule. Toutefois, il nous semble rationnel de les attribuer à l'*Helvétien* qui présente, au voisinage, des nappes importantes.

» La mollasse helvétienne forme, en effet, le substratum d'une grande partie des plaines de la rive gauche de la Durance en face du Régalon, sur les territoires de Malamort, Alleins, Lamanon, où nous avons constaté son existence vers 100^m d'altitude.

» Du thalweg de la Durance, l'helvétien s'élève sur les pentes des alpines de la Trévaresse (à Lamanon et au Défend-d'Alleins) et va coiffer les hauts plateaux de Rousset, Saint-Jean, le Vernègue, à plus de 300^m d'altitude.

» La mollasse coquillière du Régalon, avec son altitude de 150^m, se trouve donc comprise dans l'horizon qu'occupe, au voisinage, l'Helvétien, tandis que non loin de là, à Saint-Remy et aux Angles près d'Avignon, la mollasse *burdigalienne* se trouve au-dessous de l'altitude de 90^m.

» D'autre part, on ne saurait rattacher les sables homogènes du Régalon aux cailloutis grossiers du *Pontien*, si abondants dans la vallée de la Durance, pas plus qu'aux argiles *pliocènes* qui se font remarquer entre le Régalon et Mérindol sur les basses pentes du petit Luberon.

» La présence de cette formation marine, très probablement helvétienne, au fond de cet étroit et obscur cañon, creusé à plus de 130^m de profondeur dans les calcaires urgoniens, est un fait d'un grand intérêt au point de vue de l'âge du creusement des vallées et des grottes et nous a paru mériter d'être signalé, sous réserve cependant d'une constatation antérieure à la nôtre et dont nous ignorerions l'existence. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur certaines substances spécifiques dans la pellagre*. Note de MM. **V. Babès** et **E. Manicatide**, présentée par M. Bouchard.

« L'étiologie de la pellagre est loin d'être élucidée. Nous ne savons pas encore s'il existe un rapport de cause à effet entre l'alimentation avec du maïs, et surtout avec du maïs gâté, et la maladie. En effet, les auteurs n'ont pas encore démontré par des expériences irréfutables si les substances toxiques, extraites du maïs, qui produisent des lésions expérimentales sur des animaux, entrent dans la pathogénie de la pellagre.

» Pour résoudre cette question capitale, nous nous sommes procuré du maïs altéré des villages où la pellagre est endémique. M. A. Babès s'est occupé de la préparation des extraits, qu'il a obtenus de la manière suivante :

» En évitant les produits artificiels, il a cherché à se rapprocher le plus possible des conditions dans lesquelles le maïs sert à l'alimentation. Le maïs a été bouilli à l'eau ordinaire plus ou moins longtemps en acidulant (à l'acide tartrique) ou en alcalinisant (à l'hydroxyde de soude). Les extraits aqueux, décantés et filtrés, furent concentrés jusqu'à la consistance sirupeuse et repris de nouveau à l'eau. Les solutions obtenues ont été diluées à un volume déterminé. En employant encore ces méthodes simples, on a exposé le maïs plus ou moins altéré des régions pellagreuses à un procès de fermentation pendant cinq à dix jours avec de l'eau, à une température favorisant la fermentation, en alcalinisant et en acidulant l'eau employée pour l'extraction.

» Dans une autre série d'expériences, on a cherché à extraire quelque substance caractéristique avec l'alcool dilué à 56° à différentes températures, en laissant le maïs ou la farine dans ce véhicule un temps variable et en évaporant jusqu'à la consistance sirupeuse.

» Les substances obtenues ne donnent pas les réactions des produits extraits du maïs gâté par Lombroso.

» En faisant des injections sous-cutanées avec ces substances aux cobayes, aux souris ainsi qu'aux lapins, nous nous sommes convaincus de leurs effets toxiques. Nous avons même observé quelques symptômes qui rappellent ceux de la maladie humaine, tels que : inappétence, diarrhée, hémorrhagies intestinales, faiblesse générale avancée, paralysies commençant par les membres postérieurs, rigidité tétaniforme; opisthotonos ainsi que chute des poils et desquamation épidermique.

» Malgré ces ressemblances, nous n'étions pas autorisés à identifier ces troubles à ceux de la pellagre, car, avec d'autres substances alimentaires inoffensives pour l'homme, on peut obtenir des substances toxiques pour les animaux, surtout si on les introduit par la voie hypodermique, produisant des lésions analogues. Il fallait montrer comme quoi, entre l'intoxication des animaux et la pellagre il existe un rapport de spécificité.

» Déjà nos recherches antérieures (voir Babès et Sion, *D. path. Gesellschaft*, Munich, sept. 1899) nous ont montré que les lésions pellagreuses ressemblent à celles que produisent certaines toxines à action lente, et il était à prévoir que l'organisme des pellagreux, mis dans de bonnes conditions de nutrition, en luttant avec succès contre le poison, prépare des substances capables de paralyser la substance toxique.

» Si les produits toxiques du maïs qui déterminent des lésions chez les animaux sont celles qui produisent aussi la pellagre, il serait possible que le sang des pellagreux guéris pût avoir des propriétés antitoxiques contre ces toxines : la constatation d'un tel effet serait une preuve décisive pour l'origine toxique et zeiste de la pellagre.

» En partant de cette hypothèse nous avons essayé, d'après la méthode des toxines contrebalancées, d'injecter parallèlement, à des lapins, la dose toxique simple et la même dose mélangée avec du sérum du sang des individus ayant souffert de la pellagre. Nous avons pris le sérum d'une femme guérie d'une manie pellagreuse, ainsi que d'un homme qui s'était rétabli d'un état de cachexie pellagreuse avancée.

» Nous avons constaté que, pendant que les animaux injectés aux extraits simples faiblissaient rapidement et mouraient le quinzième, le dix-septième et le vingtième jour, ceux qui étaient injectés au mélange de toxine et de sérum de pellagreux vivaient trente-deux, soixante jours, et le troisième vit encore à ce moment (plus de trois mois).

» Comme contrôle, nous avons injecté la même quantité d'extrait pur et mélangé,

d'une part avec du sérum de pellagreux, d'autre part avec du sérum normal, à des souris et à des lapins.

» Ces expériences nous ont donné des résultats tout aussi satisfaisants que les premières.

» Les souris injectées à l'extrait simple succombèrent pendant les premières douze heures à l'hémorragie intestinale; les souris injectées à l'extrait mélangé avec du sérum normal moururent entre la quinzième et la dix-septième heure. Celles qui avaient reçu le sérum des pellagreux survécurent entre trente-six heures et dix-sept jours.

» Les lapins injectés à l'*extrait pur* succombèrent dès le quinzième jour, excepté un qui faiblit de jour en jour et présenta une parésie des membres postérieurs, ainsi que de l'incontinence de l'urine et des matières fécales; il continue à vivre en ce moment.

» Des deux lapins auxquels nous avons injecté le mélange d'extraits et de *sérum normal*, l'un est mort cachectisé le quinzième jour, l'autre vécut trente-sept jours, mais dans un état pitoyable de cachexie; il eut, le dernier jour de sa vie, des convulsions suivies de paralysie spastique avec opisthotonos.

» Les deux lapins injectés à l'extrait mélangé *au sérum de pellagreux* vivent encore; les deux animaux se sont maintenus dans un état parfait, sans rien perdre de leur poids, tandis que les autres diminuèrent chaque jour.

» Ces lapins sont devenus en même temps plus résistants aux injections d'une dose plus élevée de toxine.

» Il est donc incontestable, d'après nos expériences, *qu'il se forme dans le sang des pellagreux une substance qui a la propriété de supprimer l'action toxique de l'extrait du maïs altéré*.

» *Ce sont les premières expériences qui tendent à établir sur une base scientifique l'origine et la spécificité de la pellagre.*

» Elles nous servent de base expérimentale pour nos recherches d'une vaccination, d'une prévention et d'un traitement spécifique de la pellagre. »

M. **Th. Tommasina** adresse une Note « Sur quelques effets sonores des oscillations électriques ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juillet 1900.

Le philothion ou hydrogénase. Considérations sur les expériences de MM. Abelous *et* Gérard, *confirmant l'existence du philothion de M.* de Rey-Pailhade, *suivies d'une bibliographie des travaux sur le philothion,* par M. J. de Rey-Pailhade. Toulouse, imp. Lagarde et Sebille, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Catalogue de la Bibliothèque de la Société nationale d'Horticulture de France. Paris, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. 3e série, t. XXVIII, 1900, n° 1. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des publications nouvelles de la Librairie Gauthier-Villars; année 1900, 1er trimestre. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 fasc. in-8°.

Magnétisme et poids atomique, par L. Errera. [Extr. des Bull. de l'Acad. roy. de Belgique (Classe des Sciences), n° 3, p. 152-161, 1900.] 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Remarques sur la toxicité moléculaire de quelques alcools, par L. Errera. (Extr. du Bulletin publié par la Soc. roy. des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles, séance du 5 février 1900.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

ERRATA.

(Séance du 9 juillet 1900.)

Note de MM. *Carnot* et *Goutal,* Constitution chimique des aciers, etc. :

Page 96, ligne 20, *au lieu de* à l'état de mélange ou de dissolution, d'alliage défini, *lisez* à l'état de mélange ou de dissolution, et non pas à l'état d'alliage défini.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUILLET 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur Charles Friedel; par M. **GEORGES LEMOINE.**

« Charles Friedel, décédé le 19 avril 1899, était né à Strasbourg le 12 mars 1832; l'Alsace nous a donné toute une pléiade de chimistes illustres : Gerhardt, Würtz, Schützenberger, Friedel.

» Grâce à la situation de sa famille, il reçut dès sa première jeunesse une éducation et une instruction très élevées dont la trace ne s'effaça jamais. Il était de bonne heure licencié ès sciences mathématiques et licencié ès sciences physiques; il s'intéressait à toutes les publications si diverses de nos *Comptes rendus*.

» Son père était banquier, mais on reconnut vite que sa vocation n'était pas le monde des affaires. Il était né pour la Science. Il fut attiré à Paris vers 1852 par son grand-père maternel, Duvernoy, professeur au Collège de France et membre de l'Académie des Sciences. Duvernoy l'initia à la

Minéralogie qui était sa spécialité. Elle ne cessa jamais d'attirer Friedel; ses fonctions de Conservateur de la Collection de l'École des Mines l'y rappelaient sans cesse et lui ont donné l'occasion de faire des travaux très intéressants. On peut citer entre autres, parmi ses trente publications de Minéralogie : sa thèse sur la pyro-électricité dans les cristaux conducteurs de l'électricité; la découverte d'un sulfure de zinc hexagonal, isomorphe du sulfure de cadmium; surtout, les synthèses de divers composés naturels : la formation des feldspaths, en présence de l'eau, sous pression, a été particulièrement remarquée.

» Mais en même temps, Friedel s'était de bonne heure intéressé à la Chimie. Il avait, à Strasbourg, suivi les cours de Pasteur. Arrivé à Paris, il entra dans le laboratoire de Würtz. Dès lors, sous le patronage de ce puissant esprit, qui était comme un charmeur par son entrain, son énergie, sa foi ardente, la vie de Friedel fut decidée et consacrée à jamais à la Chimie.

» Il serait difficile d'énumérer ici toutes les productions de cette longue vie de travail assidu, tout entière consacrée aux recherches originales, sans se laisser distraire par des publications didactiques qui nous eussent privés de quelques découvertes. La partie la plus brillante de l'œuvre de Friedel appartient à la Chimie organique telle que Würtz la concevait, à cette Chimie organique inspirée par la théorie atomique, mais l'éclairant et la développant par les données positives de l'expérience. Il n'y a pas dans les découvertes de ce genre de quoi séduire la faveur populaire; le rôle de l'Académie des Sciences est précisément d'attirer et de distinguer les hommes désintéressés dont les travaux originaux, accessibles seulement à un petit nombre d'adeptes, élèvent de plus en plus le niveau des connaissances humaines.

» En collaboration avec Würtz, Friedel, par ses recherches sur les dérivés de l'acide lactique, nous a appris à distinguer nettement la basicité et l'atomicité des acides organiques; l'acide lactique donne une seule série de sels, mais deux séries d'éthers. Conformément à des idées sur lesquelles M. Berthelot a beaucoup insisté, il a une fois la fonction d'acide et une fois la fonction d'alcool : il est l'exemple classique des fonctions mixtes, de cette nature hermaphrodite que l'on trouve chez un assez grand nombre de corps organiques.

» Friedel, dans un travail magistral, a repris l'étude des aldéhydes et des acétones. Par des expériences très nettes, il nous a montré comment l'acétone ordinaire donne par hydrogénation l'alcool propylique secon-

daire. Cette découverte, étendue à d'autres corps, a établi définitivement la classe des alcools secondaires. Le même travail le conduisit à transformer l'acétone en pinacone, à la changer en dichloropropane et à produire un grand nombre d'acétones mixtes.

» Ces recherches donnèrent à Friedel l'occasion d'étudier un grand nombre de composés renfermant trois atomes de carbone dans leur molécule et à définir leurs cas d'isomérie, de manière à attribuer à leurs formules, d'après leurs principales réactions, une constitution rationnelle. Ce fut lui qui, en collaboration avec Silva, arriva à faire complètement la synthèse de la glycérine que Würtz avait amorcée.

» L'une des découvertes les plus importantes de Friedel consiste dans la production de combinaisons du silicium avec l'hydrogène et l'oxygène parallèles à celles du carbone. Notre grand Dumas, à la suite de ses déterminations des densités de vapeur, avait déjà affirmé les analogies chimiques du silicium et du carbone. Friedel, avec la collaboration de M. Crafts, a fondé toute une chimie organique du silicium dont les termes pourraient être étendus presque indéfiniment : le silico-chloroforme et l'acide silico-oxalique, par exemple, ne diffèrent du chloroforme et de l'acide oxalique qu'en ce que le silicium y tient la place du carbone.

» Friedel, encore avec la collaboration de M. Crafts, a tiré le plus grand parti, pour les synthèses organiques, de ce que nous l'entendions appeler modestement *une heureuse trouvaille :* ces bonnes chances n'appartiennent qu'aux laborieux comme lui. En faisant agir le chlorure de méthyle sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium, il vit se dégager de l'acide chlorhydrique gazeux ; la synthèse du toluène ou méthylbenzine, si pénible par les anciennes méthodes, était réalisée avec une telle simplicité que nous en faisons aujourd'hui une expérience de cours. Friedel sut trouver l'explication logique de cette curieuse action de présence du chlorure d'aluminium dans la formation transitoire d'un composé organique contenant le métal. Il sut étendre cette synthèse à un grand nombre de corps de la série aromatique et même de la série grasse : l'hexaméthylbenzine produite par cette méthode lui donna l'acide mellique ; il put également préparer l'anthracène, les phénols ; il obtint, par la même synthèse, le triphénylméthane, d'où dérivent les principales couleurs d'aniline. Cette mine, féconde en résultats, n'est point encore épuisée.

» Si, malgré la haute valeur de ses travaux, Friedel n'a pas doté la Chimie organique de découvertes aussi éclatantes que celles de Würtz, son œuvre est plus variée que celle de son maître. C'est que Friedel, grâce

à sa forte instruction première, pouvait aborder presque tous les sujets de recherche.

» Cette nature d'esprit qui lui était propre se reconnaît dans ses études très délicates sur divers sujets d'isomérie. Je n'en veux pour preuve qu'un de ses travaux peut-être les moins connus, son Mémoire sur les formes cristallines des deux dérivés chlorés isomères de la benzine (hexachlorures *cis* et *trans*), dont le dernier découvert est dû à M. Meunier.

» Diverses recherches de Chimie générale attestent également cette étendue de l'esprit scientifique de Friedel. On lui doit la détermination des conditions d'équilibre chimique entre l'oxyde de méthyle gazeux et l'acide chlorhydrique gazeux : il a défini exactement l'influence de la température, de la pression, de l'excès de l'un des constituants. Les théories des équilibres chimiques ont trouvé dans ces expériences l'une de leurs données les plus importantes, à la suite de celles de M. Berthelot sur l'éthérification, de Henri Sainte-Claire Deville et de ses disciples sur la dissociation.

» En dehors de ses recherches de laboratoire, Friedel consacrait ses efforts à tout ce qui peut concourir aux progrès de la Science dans notre pays. C'est surtout à lui que l'on doit la fondation de l'Association française pour l'avancement des Sciences dont Würtz fut, sous son inspiration, l'un des principaux promoteurs. L'un de ses plus vifs désirs était d'associer l'Industrie à la Science, de persuader à nos fabricants français que la Chimie doit être aujourd'hui leur grande directrice. C'est dans ce but qu'il devint le fondateur de l'École de Chimie pratique qui est annexée à la Sorbonne et dont M. Moissan a recueilli l'héritage.

» Cette influence de Friedel en dehors de son laboratoire s'exerça surtout après la mort de Würtz. Il était l'aîné de ses disciples : il l'avait remplacé dans la chaire de Chimie organique de la Sorbonne et était devenu à son tour chef d'école. Les élèves de Würtz, groupés autour de lui, trouvèrent le même patronage affectueux : leurs idées avaient un défenseur peut-être moins énergique en apparence, mais encore plus tenace et plus persévérant. Tout le monde se rappelle ici l'intérêt qu'il ne cessa de témoigner à la théorie de M. Van t'Hoff et de M. Le Bel, dont la synthèse des glucoses a si bien tiré parti. A la Société chimique, il ne manquait pas une séance : on peut dire qu'il l'avait faite sienne. Quand, dans l'hiver qui précéda sa mort, nous le vîmes moins assidu, on put deviner que sa santé commençait à s'altérer.

» Une des grandes satisfactions de Friedel fut d'assister au triomphe de

la notation atomique pour laquelle, avec Würtz, il avait tant lutté. L'Université qui, entraînée par Deville, l'avait fièrement repoussée, finit par se décider à l'admettre dans l'enseignement secondaire, et les éditeurs rejettent aujourd'hui les livres écrits dans le langage des équivalents.

» Friedel sut jouir sans orgueil de ce succès. C'est qu'il était un homme d'expérience avant d'être un homme de théorie. Il savait que ce changement de notation n'entraînait pas, chez les nouveaux convertis, la foi absolue aux formules de structure, quelquefois hasardées, de la théorie atomique. Il n'ignorait pas, malgré ses efforts pour les atténuer, les difficultés qui se présentent souvent pour adapter entièrement la notion des valences à la Chimie minérale.

» Lui-même, dans une de ses dernières publications, disait que « les » nouveaux venus prennent pour des réalités objectives des symboles » destinés à représenter un ensemble de faits ». Il savait que ce changement dans le langage des chimistes était dû surtout aux déterminations de plus en plus nombreuses des densités de vapeur des composés métalliques; à côté des expériences de ce genre dues à Roscoë et à d'autres chimistes, s'étaient placées celles qui avaient été faites dans son laboratoire par lui avec M. Crafts, et par M. Combes. Et ces expériences mêmes avaient montré la difficulté des questions ainsi soulevées en nous apprenant que des températures très élevées changent quelquefois l'arrangement des édifices moléculaires, en apparence les plus simples, de la Chimie minérale, tels que le chlorure d'aluminium.

» Friedel avait conscience de sa haute personnalité, mais il cherchait à en faire profiter ses idées et laissait volontiers de côté ses intérêts personnels. Ceux qui ont eu occasion de contrarier un moment ses tendances et même sa carrière ont pu, je le sais, sentir revenir sur eux, plus vite qu'ils ne l'eussent espéré, sa sincère sympathie. C'est que, comme l'a très bien dit M. Armand Gautier, chez Friedel la hauteur des convictions fit la grandeur du caractère. Il avait la foi : foi dans ses opinions chimiques ; foi aussi dans ses opinions philosophiques et dans les devoirs pratiques qu'elles imposent. Friedel, né protestant comme Würtz, était, lui anssi, un ferme chrétien, et ses convictions se traduisaient, en toutes circonstances, par l'exercice de la charité.

» Il savait arracher du temps à ses recherches scientifiques pour tendre la main aux hommes que terrassent les infortunes de la vie. Ce n'est pas sans émotion que les chimistes se rappellent tout ce qu'il a fait pour adoucir

les derniers mois de l'existence de Silva, ce savant à la fois si modeste, si distingué et si méritant, qui avait attiré notre affection à tous.

» Parmi beaucoup d'œuvres de bienfaisance auxquelles Friedel s'intéressait, on peut mentionner celle de l'Assistance par le travail dans le sixième arrondissement, type à peu près nouveau d'œuvres analogues dans notre Paris, dont l'une des meilleures gloires est celle de la charité.

» Au milieu de cette existence si active, les devoirs du père de famille n'étaient point délaissés. La vie avait été rude pour Friedel : resté à Paris pendant le siège de 1870, il avait eu le malheur de perdre sa jeune femme retirée en Suisse avec ses enfants. Quelques années plus tard, son foyer se reconstitua, grâce à une noble compagne, fille de Combes, notre éminent ingénieur français. L'un des fils de Friedel, élève de la Faculté des Sciences de Paris, a passé brillamment les examens de la licence et se livre avec ardeur aux Sciences naturelles. Son fils aîné, sorti de l'École Polytechnique dans le Corps des Ingénieurs des Mines, a publié, seul et avec son père, d'intéressantes recherches de Chimie minéralogique. Le nom de Friedel revit ainsi déjà par ses fils dans le monde scientifique; lui-même, par la haute valeur de ses découvertes et de sa personnalité morale, y laisse un profond souvenir. »

ASTRONOMIE. — *Sur les observations visuelles faites par M.* H. Wesley, *à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$ *d'ouverture pendant l'éclipse totale de Soleil du* 28 *mai* 1900. Note de M. **Lœwy.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un très beau dessin de la couronne solaire exécuté par M. Wesley, secrétaire de la Société royale astronomique de Londres, d'après les observations visuelles faites par lui à l'Observatoire d'Alger pendant l'éclipse totale du 28 mai dernier, au moyen de l'équatorial coudé de $0^m,318$ d'ouverture que M. Trépied, directeur de cet observatoire, avait mis à la disposition de ce savant.

» Le dessin est accompagné d'une note de M. Wesley, d'un très grand intérêt, contenant la discussion de ses observations relatives aux phénomènes de la couronne solaire.

» M. Wesley a soigneusement examiné tous les détails des parties inférieures de la couronne; il en a minutieusement étudié les formes et la structure d'après les négatifs obtenus dans un très grand nombre d'éclipses

depuis l'année 1870. Il arrive ainsi à cette conclusion que la distinction sur laquelle on a tant insisté dans ces dernières années sur la couronne intérieure et la couronne extérieure doit être définitivement abandonnée.

» Comme ce travail a été fait dans un observatoire français où il a trouvé l'accueil le plus courtois, l'auteur a cru accomplir un acte de déférence nécessaire en soumettant son Mémoire à l'Académie des Sciences de Paris avant même de le présenter aux Institutions scientifiques de son pays (¹). »

CHIMIE AGRICOLE. — *L'acide phosphorique en présence des dissolutions saturées de bicarbonate de chaux;* par **M. Th. Schlœsing.**

« La très faible solubilité du phosphate tricalcique artificiel dans l'eau contenant des quantités corrélatives d'acide carbonique libre et de bicarbonate de chaux m'a suggéré une série d'expériences dont on peut déduire quelques conséquences qui me paraissent dignes d'être signalées.

» Dans une dissolution limpide de bicarbonate de chaux, on introduit une petite quantité d'une liqueur titrée d'acide phosphorique pur, et l'on y fait barboter, au moyen d'une trompe à eau, de l'air privé d'acide carbonique. L'acide carbonique libre va être progressivement éliminé; en même temps des quantités de bicarbonate correspondant à l'acide perdu seront décomposées; et comme le liquide est, dès le début, saturé de carbonate neutre et incapable d'en dissoudre une trace de plus, il semble que la décomposition partielle du bicarbonate doive déterminer une précipitation de carbonate. Ce n'est pourtant pas ce composé qui se forme le premier; c'est le phosphate tricalcique, et celui-ci prend si bien la priorité, qu'il est possible de précipiter la presque totalité de la chaux à l'état de phosphate tricalcique en ajoutant de nouveau de l'acide phosphorique en temps opportun.

» Il est très facile de connaître à tout moment, dans cette expérience, l'état de la dissolution. Il suffit d'en prélever un échantillon pour y faire, après filtration, un dosage alcalimétrique; la chaux étant le seul alcali présent, on apprend ainsi combien il en a été précipité, combien il en reste. Il est clair que le moment d'ajouter de l'acide phosphorique est venu quand la quantité de chaux précipitée indique qu'il ne reste plus d'acide en dissolution.

(¹) Voir plus loin, p. 240.

» J'ai répété un grand nombre de fois cette expérience, en opérant le plus souvent sur 4^lit de dissolution de bicarbonate et ajoutant l'acide phosphorique par doses successives de 124^mgr.

» J'ai employé des dissolutions riches en bicarbonate et des dissolutions pauvres, comme l'eau de source distribuée dans Paris; elles m'ont donné les mêmes résultats. En général le précipité de phosphate tricalcique n'apparaît qu'après une demi-heure de barbotage d'air. Il n'est pas colloïdal.

» Une partie se dépose sur les parois du vase; le reste flotte tant que passe le courant d'air; mais il tombe assez rapidement quand le liquide est au repos; il offre alors l'apparence d'un précipité cristallin.

» Réuni sur un filtre pour y être lavé, il est ensuite étalé sur une soucoupe et séché à l'air, à la température ordinaire. Si on le pèse à diverses reprises pendant cette dessiccation, on constate qu'il continue à perdre beaucoup d'eau tout en présentant l'aspect d'une poudre sèche. Par exemple 2^gr,890 de phosphate que je croyais sec, exposés à l'air (à la température de 24° environ) et pesés de deux en deux heures, ont perdu 637^mgr, 386^mgr, 115^mgr, 77^mgr, soit en tout 1^gr,215, près de la moitié du poids initial. Le phosphate a encore perdu 378^mgr quand on l'a porté, au-dessus d'un bec Bunsen muni de sa couronne, à une température suffisante pour le déshydrater complètement, mais incapable de décomposer du carbonate de chaux. Cette extrême hydratation est commune, comme on sait, à plusieurs phosphates, entre autres au phosphate disodique et au phosphate ammoniaco-magnésien.

» L'analyse du phosphate calciné m'a donné les résultats suivants :

Opéré sur 476^mgr,2 de matière.

	mgr	mgr
Acide carbonique........	8,2	18,6 carbonate de chaux, soit 3,89 pour 100
Chaux correspondante....	10,4	
Chaux du phosphate......	248,5	459,4 phosphate de chaux
Acide phosphorique......	210,9	
		478,0

Les éléments du phosphate rapportés à 100 donnent

		Théorie.
Chaux..........................	54,09	54,19
Acide phosphorique..............	45,91	45,81
	100,00	100,00

Il était intéressant de connaître combien d'acide phosphorique refuse de

se précipiter dans les expériences ci-dessus rapportées. A cet effet, je les ai répétées en introduisant en une fois dans la dissolution de bicarbonate une quantité d'acide phosphorique trop petite pour précipiter toute la chaux, et en faisant varier la durée du barbotage d'air. Après repos, je filtrais le liquide et j'en recueillais un litre dans lequel je dosais l'acide phosphorique et la chaux.

	Durée du barbotage.	Chaux.	Acide phosphorique.
		mgr	mgr
I....................	12 heures	315,7	2,1
II....................	24 heures	290,6	2,1
III....................	7 jours	83,2	1,4

» On voit, d'après ces résultats, que, après douze heures, la précipitation de l'acide phosphorique est très avancée; elle se poursuit lentement ensuite, et ce qui reste d'acide en dissolution finalement est une quantité de même ordre que celles qui représentent la solubilité dans l'eau plus ou moins chargée de bicarbonate de chaux du phosphate tribasique artificiel qui a été l'objet de ma précédente Communication.

» Le bicarbonate de magnésie employé à la place du bicarbonate de chaux donne des résultats semblables aux précédents, seulement le phosphate trimagnésien est un peu plus soluble que le tricalcique. Ainsi, ayant mis 240^{mgr} d'acide phosphorique dans 2^{lit} contenant 1500^{mgr} de magnésie à l'état de bicarbonate, j'ai obtenu, après quatre jours de barbotage d'air, du phosphate trimagnésien, exempt de carbonate de magnésie, et offrant rigoureusement la composition théorique. Il est resté, dans 1^{lit} de dissolution, $3^{mgr},3$ d'acide phosphorique.

» J'ai opéré aussi sur des dissolutions contenant à la fois du bicarbonate de chaux et du bicarbonate de magnésie. Le phosphate qui se précipite alors contient les deux bases, mais sa constitution est toujours représentée par un mélange des deux phosphates tribasiques.

» Quand j'ai introduit dans la dissolution de bicarbonate de chaux plus d'acide phosphorique que la chaux dissoute n'en pouvait précipiter à l'état de phosphate tricalcique, j'ai obtenu, selon l'importance de l'excès d'acide, soit des mélanges de phosphates bi- et tricalcique, soit même du bicalcique pur cristallisé avec sa composition connue $PO^4CaH + 2H^2O$. Ce phosphate, qui se décompose à chaud dans l'eau, ainsi que l'ont constaté MM. Joly et Sorel, est stable à froid. J'en ai déterminé la solubilité dans l'eau bouillie, dans l'eau distillée ordinaire et dans l'eau saturée d'acide

carbonique, et j'ai vérifié, par l'analyse de la matière dissoute dans 1^lit, que cette matière était du phosphate bicalcique dissous sans décomposition. Voici les résultats de cette recherche :

			Acide phosphorique.
		mg	mg
1^lit eau bouillie acide dissous.	Chaux	39,4	répondant à 49,9
	Acide phosphorique	49,8	
1^lit eau distillée ordinaire contenant 0^gr,81 CO^2.	Chaux	77,9	» » 98,8
	Acide phosphorique	100,7	
1^lit eau saturée de CO^2.	Chaux	173,7	» » 347
	Acide phosphorique	346,8	

On voit que le phosphate bicalcique se dissout sans décomposition, mais à la condition que l'eau ne contienne pas de bicarbonate terreux; car une dissolution de ce phosphate, additionnée d'une dissolution de bicarbonate calcique, se comporte à la façon de l'acide phosphorique, quand on fait barboter un courant d'air dans le mélange.

» Voici maintenant des applications intéressantes des faits très simples que je viens d'exposer.

» On sait qu'une terre cultivée, qui vient de recevoir du superphosphate, cède à l'eau beaucoup moins de phosphate soluble que ne l'indique le calcul fondé sur le degré de richesse de l'engrais employé ; de là la question souvent posée, mais non positivement résolue : Que deviennent les phosphates solubles dans le sol? On a souvent attribué à l'oxyde de fer, à l'alumine, à l'argile, à la matière humique la fixation de l'acide phosphorique soluble et, par suite, sa disparition des dissolutions du sol. Sans refuser à ces éléments une propriété dont l'importance me semble avoir été quelque peu exagérée, à la suite des expériences bien connues de M. Paul Thénard, je crois que les chimistes qui ont admis, sans la démontrer d'ailleurs, la transformation de l'acide phosphorique soluble à l'eau des superphosphates en phosphate tricalcique insoluble ont été plus près de la vérité. En effet, chaque grain de superphosphate peut être considéré comme une source d'acide phosphorique et de phosphate mono- ou même bicalcique qui diffuse ces produits au sein d'une dissolution contenant un approvisionnement constamment renouvelé de bicarbonates terreux. Il est maintenant démontré par mes expériences que, dans de telles conditions, l'acide phosphorique tend à constituer en définitive des phosphates tribasiques de chaux, de magnésie, à peu près insolubles, mais aptes encore à contribuer à l'entretien, dans les dissolutions des sols, de

ces minimes quantités de phosphates dissous sur lesquelles M. Th. Schlœsing fils a appelé l'attention dans ces derniers temps.

» Je vois encore dans mes expériences la confirmation d'hypothèses proposées par les géologues pour expliquer la formation de l'enrichissement de certains gisements de phosphates.

» Lorsque des eaux contenant des phosphates dissous à la faveur d'acide carbonique se sont infiltrées dans des terrains où elles ont rencontré du carbonate de chaux, elles ont nécessairement formé des dissolutions de bicarbonate au sein desquelles le phosphate tricalcique a pris naissance, et d'où il s'est précipité en vertu de son insolubilité. Le même phénomène s'est produit quand les eaux, trop pauvres en acide carbonique pour dissoudre des phosphates insolubles dans l'eau pure, contenaient cependant quelque phosphate naturellement soluble. En effet, l'acide carbonique aérien suffit seul, avec sa faible tension de $\frac{3}{10000}$ d'atmosphère, pour former au contact d'un calcaire une dissolution contenant par litre 50^{mg} de carbonate de chaux à l'état de bicarbonate, plus 13^{mg} du même composé soluble sans le secours de l'acide carbonique. Une telle dissolution est parfaitement capable de transformer un phosphate soluble en phosphate tricalcique.

» Au reste, sans aucun apport d'acide phosphorique et par leur seule infiltration à travers des terrains contenant à la fois du carbonate et du phosphate de chaux, les eaux dissolvent du carbonate, soit avec l'acide carbonique qu'elles contiennent déjà, soit avec celui qu'elles empruntent à l'atmosphère, et forment des dissolutions de bicarbonate impropres à dissoudre le phosphate; en sorte que le gisement de ce phosphate s'enrichit par l'élimination progressive du carbonate de chaux. »

RAPPORTS.

GÉODÉSIE. — *Rapport sur le projet de revision de l'arc meridien de Quito*; par M. Poincaré.

« Par une Lettre en date du 21 juin 1900, M. le Ministre de l'Instruction publique a invité l'Académie à lui donner son avis sur le projet de revision de l'arc méridien de Quito et lui a demandé d'examiner le programme scientifique proposé, de le discuter et de lui transmettre ses observations. L'Académie a renvoyé la question à une Commission composée des sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.

Cette Commission a étudié le projet en détail, et c'est le résultat de cette étude que je dois résumer dans le présent Rapport.

» Il est nécessaire d'abord de rappeler en quelques mots l'historique de la question. Au commencement du siècle dernier, la théorie de Newton qui concluait à l'aplatissement du globe terrestre., fut soumise à de vives controverses, auxquelles l'observation directe pouvait seule mettre fin. Il fallait mesurer deux arcs de méridien à des latitudes différentes. C'est à la France, et en particulier à l'ancienne Académie des Sciences, que revient l'honneur d'avoir mené à bien cette difficile opération. En 1735 et dans les années suivantes, un arc fut mesuré au Pérou par Godin, Lacondamine et Bouguer, et un autre en Laponie par Maupertuis et Clairaut.

» La méridienne de France, revisée une première fois en 1739 par Cassini de Thury et Lacaille, le fut de nouveau en 1790 par Delambre et Méchain au moment de l'établissement du système métrique. Cette opération, entreprise dans des conditions de précision inconnues jusque-là, fut prolongée jusque sur le territoire espagnol.

» C'est la comparaison de ces trois arcs, mesurés l'un près de l'équateur, l'autre près du cercle polaire, le troisième sous des latitudes moyennes, qui a fourni la première valeur suffisamment approchée de l'aplatissement.

» Jusque-là la Géodésie était restée pour ainsi dire une Science exclusivement française; mais dans la première moitié du XIXe siècle au contraire, ce fut surtout à l'étranger qu'elle se développa. Non seulement de nombreuses mesures furent entreprises, mais les méthodes furent perfectionnées par les travaux de Gauss, Bessel, Airy et Clarke.

» C'est notre regretté Confrère le général Perrier qui a rendu à la France le rang qu'elle avait paru perdre un instant. On sait au prix de quels efforts il est parvenu à joindre l'Espagne et l'Algérie; par les méthodes ingénieuses et précises qu'il avait créées, il a procédé à une nouvelle revision de la méridienne de France qui, se raccordant d'un côté aux travaux anglais, de l'autre aux travaux espagnols et par eux aux mesures faites en Algérie, nous donne maintenant un réseau qui s'étend sans interruption du nord de l'Écosse au Sahara.

» Les travaux étrangers et ceux du général Perrier ont conduit les géodésiens à modifier la valeur adoptée pour l'aplatissement. Ils disposent pour cela d'un grand nombre de données nouvelles dont les principales sont :

» L'arc anglo-français, qui a 28°, de Laghouat (32° N.) aux Shetland (60° N.);

» L'arc russe, qui a 25°, du Danube (45° N.) à l'océan Glacial (70° N.);

» L'arc indien, qui a 24°, entre les latitudes 8° et 32° N;

» L'arc américain de l'Atlantique, entre les latitudes 32° et 45° environ;

» L'arc américain du Pacifique, entre les latitudes 30° et 40° environ;

» Plusieurs arcs de parallèles dont les plus importants sont :

» L'arc européen de Valentia à Omsk par 52° de latitude;

» L'arc américain, entre les deux Océans par 38° de latitude;

» L'arc qui traverse l'Hindoustan à la latitude 24°.

» On remarquera que presque tous ces arcs se trouvent placés sous des latitudes moyennes. Non seulement nous n'avons dans l'hémisphère sud qu'un arc de 7° dans la colonie du Cap, mais sous les latitudes équatoriales et polaires, on n'a presque rien ajouté aux travaux du siècle dernier.

» Il y a là une lacune infiniment regrettable, car les déterminations anciennes, quelque remarquables qu'elles aient été dans leur temps, ne peuvent évidemment être comparées aux travaux plus récents.

» Cette situation a frappé depuis longtemps l'Association géodésique; la nécessité de mesures nouvelles, destinées à vérifier et à corriger celles de Lacondamine et de Maupertuis, paraissait évidente à tout le monde.

» Une expédition russo-suédoise est partie pour le Spitzberg et a commencé la détermination d'un arc de 4 ou 5 degrés destiné à remplacer celui de Maupertuis.

» Il restait à s'occuper de la revision de l'arc du Pérou. A la réunion de l'Association internationale géodésique en 1889, M. Davidson, délégué des États-Unis, appela sur cette question l'attention de ses collègues. Reconnaissant les droits que donnent à la France les glorieux souvenirs du XVIIIe siècle, il ajoutait que, si notre Gouvernement ne voulait pas les revendiquer, le Geodetic Survey des États-Unis pourrait se charger de l'opération.

» Le Gouvernement français d'alors ne crut pas devoir décliner cette invitation. Il reçut d'ailleurs un concours empressé de la part de l'Académie des Sciences et du Gouvernement équatorien. En effet, par suite du démembrement de l'ancienne colonie espagnole du Pérou, c'est sur le territoire de la République de l'Équateur que se trouve situé l'arc dit *du Pérou*. Des négociations furent donc entamées par l'intermédiaire de M. Antonio Flores, Ministre de l'Équateur à Paris. Elles étaient sur le point d'aboutir et le Gouvernement allait déposer une demande de crédits, quand de graves événements politiques se produisirent à l'Équateur. La situation ne paraissant plus favorable à une opération scientifique de cette nature, le projet fut provisoirement ajourné.

» En 1898, les circonstances politiques s'étaient de nouveau modifiées

à Quito. Le général Alfaro avait été appelé à la Présidence et l'on était assuré de trouver auprès du nouveau Président un appui sans réserve. Ce fut encore un délégué américain, M. Preston, qui, à la Conférence de Stuttgart, porta de nouveau la question devant l'Association géodésique. Il reconnut d'ailleurs encore une fois les droits de la France.

» Le Gouvernement français comprit qu'une prompte solution était désirable; en effet, il était à craindre que, si la France hésitait à faire valoir ses droits, la mesure ne fût entreprise par le Geodetic Survey américain, ou par l'Association internationale, de sorte que l'honneur en serait ravi à notre pays. D'autre part, l'opération devait prendre un certain temps, et il était à désirer qu'elle fût terminée avant l'expiration des pouvoirs du président Alfaro, afin de profiter des excellentes dispositions du Gouvernement actuel.

» Sur l'avis de la Commission géodésique française, M. le Ministre de l'Instruction publique entra en pourparlers avec le Ministère de la Guerre en vue d'étudier les moyens d'exécution. Il sembla que la mission principale ne pouvait s'embarquer avec son matériel encombrant, pour un pays aussi mal connu, avant qu'une première reconnaissance eût montré la possibilité de l'entreprise et déterminé les moyens de la mener à bonne fin.

» Cette reconnaissance ne pouvait être effectuée que dans le pays même; M. le Ministre de l'Instruction publique y affecta une somme de 20000^{fr} prise sur le crédit des Missions, et il confia cette mission à MM. les capitaines Maurain et Lacombe, du Service géographique de l'armée, mis à sa disposition par le Ministère de la Guerre.

» Partis de Bordeaux le 26 mai, ces deux officiers arrivèrent à Quito le 13 juillet. Ils furent extrêmement bien accueillis par M. le Président de la République et par tous les membres du Gouvernement qui s'efforcèrent de faciliter leur tâche par tous les moyens en leur pouvoir. En trente jours, MM. Maurain et Lacombe poussèrent jusqu'au Cerro de Pasto, sur le territoire colombien, et déterminèrent l'emplacement de dix nouvelles stations géodésiques, d'une station astronomique et d'une base. Ils explorèrent ensuite la contrée au sud de Quito, reconnurent deux bases nouvelles dont la dernière est située sur le territoire péruvien, et déterminèrent quinze nouvelles stations géodésiques.

» L'ancienne méridienne va se trouver ainsi prolongée vers le nord de 1° et vers le sud de 2° environ.

» La Mission s'embarquait de nouveau à Gayaquil le 25 novembre pour retourner en France.

» Les dépenses se sont élevées au chiffre total de 35000^{fr}, dont 15000^{fr} environ ont été supportés par le Gouvernement de l'Équateur.

» On sera frappé de la rapidité avec laquelle cette reconnaissance a été accomplie. Si l'on songe que ces deux officiers ont eu à parcourir environ 3500^{km} dans un pays des plus difficiles, et à faire une trentaine d'ascensions dans une des chaînes les plus élevées du globe, on se rendra compte du zèle et de l'endurance dont ils ont dû faire preuve pour mener leur tâche à bonne fin en quatre mois. Cette infatigable activité leur a valu l'admiration de M. le général Alfaro. Il n'est que juste de reconnaître que de si prompts résultats n'ont pu être atteints que grâce à la bonne volonté constante des agents équatoriens.

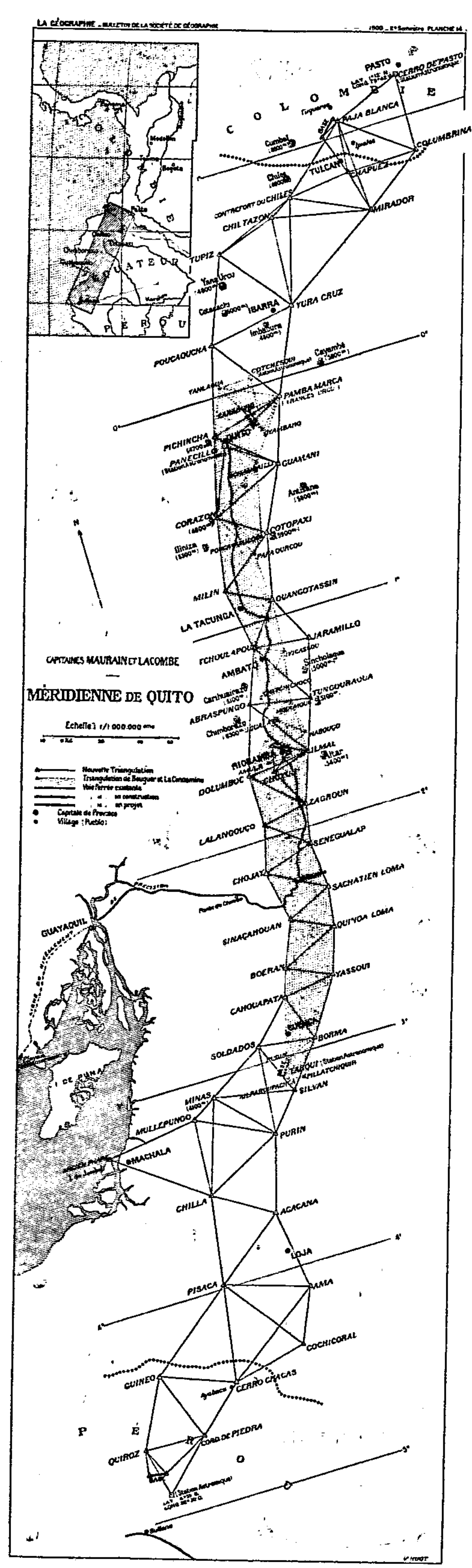
» Les croquis rapportés par MM. Maurain et Lacombe témoignent du soin avec lequel cette reconnaissance a été menée. Les environs de chaque station géodésique et de chaque base ont été l'objet de levers topographiques sommaires accompagnés de tours d'horizon, et ces levers fourniront à la mission définitive tous les renseignements dont elle peut avoir besoin.

» Ce travail fait le plus grand honneur à MM. Maurain et Lacombe, et montre ce qu'on peut attendre des officiers de notre Service géographique.

» C'est à la suite du Rapport qui lui fut adressé par les membres de cette reconnaissance que M. le Ministre de l'Instruction publique, persuadé désormais de la possibilité de l'opération, a écrit à l'Académie des Sciences pour lui demander son avis.

» Sur le fond même de la question, cet avis ne pouvait être douteux. L'intérêt scientifique de cette détermination est manifeste. Tous les corps savants, l'Académie elle-même, le Bureau des Longitudes, la Commission géodésique française, l'Association internationale, se sont déjà à plusieurs reprises prononcés sur ce point, et j'ai déjà exposé plus haut les raisons de leur opinion; ces raisons sont trop évidentes pour qu'il y ait lieu d'insister davantage.

» Mais, outre cet intérêt scientifique, cette entreprise présente pour nous un véritable intérêt national. Si notre pays se doit à lui-même de prendre sa part des conquêtes nouvelles de la Science moderne, à plus forte raison il ne peut pas abandonner une position sur laquelle les efforts de nos pères ont fait flotter pour ainsi dire le drapeau intellectuel de la France. Nos droits ont été publiquement reconnus. Répondrons-nous à ces courtoises invitations par une déclaration d'impuissance? La France est aussi vivante et plus riche qu'il y a cent cinquante ans. Pourquoi laisserait-



Reproduit d'après une figure du *Bulletin de la Société de Géographie* (Paris, Masson et Cie).

elle à des nations réputées plus jeunes le soin d'achever ce que la France d'autrefois avait commencé?

» Si ces raisons doivent frapper tous les Français, elles sont plus particulièrement sensibles aux membres de notre Compagnie. C'est l'ancienne Académie des Sciences, dont nous sommes les héritiers, qui a accompli l'œuvre de 1735, et ces souvenirs, glorieux pour tous, le sont particulièrement pour nous.

» M. le Ministre n'a eu garde de méconnaître les droits de l'Académie.

» Je ne saurais oublier, dit-il dans sa Lettre, que l'œuvre qu'il s'agit de
» réaliser est la continuation de celle qu'accomplirent au siècle dernier les
» membres de l'ancienne Académie. Je ne saurais oublier davantage l'ini-
» tiative prise en 1889 par l'Académie des Sciences. La présente Commu-
» nication n'a donc pas simplement pour objet de vous transmettre des
» renseignements au sujet d'une entreprise qui ne peut pas manquer de
» vous intéresser. Je voudrais, en plaçant la nouvelle opération sous le
» haut patronage scientifique de votre Compagnie, lui demander le con-
» cours de ses lumières. »

» De quelle manière devra s'exercer le haut patronage dont parle la Lettre ministérielle? Il va sans dire qu'il ne doit pas être purement nominal et qu'il implique un contrôle effectif des opérations.

» Convient-il d'aller plus loin? Quelques personnes l'avaient proposé en 1889. D'après elles, l'Académie devrait accepter tout entier l'héritage de Bouguer et Lacondamine, et envoyer un de ses membres à l'Équateur pour diriger lui-même les opérations, comme l'avaient fait les Académiciens du siècle dernier. Votre Commission a pensé qu'on ne devait pas donner suite à cette proposition.

» Les circonstances ont, en effet, complètement changé depuis le temps de Lacondamine; alors tout était à créer; aujourd'hui, tout est organisé, et l'on ne comprendrait pas qu'on hésitât à se servir de l'admirable organisation qui existe.

» Dans les opérations de cette nature, la haute compétence scientifique, l'habileté technique elle-même et les habitudes de scrupuleuse régularité sont des qualités qui restent indispensables, mais qui ne sauraient suffire. Il faut être en état de supporter de grandes fatigues, dans des pays sans ressources et sous tous les climats; il faut savoir conduire les hommes, obtenir l'obéissance de ses collaborateurs et l'imposer aux serviteurs à demi civilisés que l'on est bien forcé d'employer. Toutes ces qualités intellectuelles, morales et physiques se trouvent réunies chez les officiers de

notre Service géographique. Qu'on puisse les trouver également dans d'autres corps constitués ou même chez de simples hommes de science n'appartenant à aucun corps, nous n'avons garde d'y contredire. Les Académiciens du XVIIIe siècle l'ont bien prouvé, dans un temps où les difficultés étaient bien plus grandes qu'aujourd'hui.

» Mais enfin il y a un corps qui est fait pour ce travail; nous ne sommes pas sûrs de trouver aussi bien, nous sommes sûrs de ne pas trouver mieux. Et ce que nous n'aurions pas ailleurs, c'est la cohésion, l'habitude de travailler ensemble et d'appliquer les mêmes méthodes, la discipline, enfin, qui permettra de faire vite et sans tâtonnement.

» Nous n'insisterons pas sur l'économie considérable que l'on réalisera en se servant d'un personnel militaire, mais il convient de faire remarquer que l'opération à entreprendre n'est pas isolée, qu'elle n'est qu'un détail dans un grand ensemble; que cet ensemble doit rester homogène pour que les éléments en soient comparables et qu'il importe, par conséquent, que le nouveau travail soit exécuté par le même corps, par les mêmes méthodes et avec les même instruments que la grande méridienne de France.

» D'ailleurs, en laissant cette tâche au Service géographique, l'Académie n'abdiquera pas. Les méthodes dont ce corps conserve les traditions sont sorties de l'œuvre de nos prédécesseurs; comme gardien de cet héritage, il n'est pas pour nous un étranger; l'Académie l'a toujours compris et elle a toujours cherché à faire entrer dans son sein le chef de ce service. Le directeur actuel, M. le général Bassot, est un de nos Confrères.

» Si l'Académie, pendant une phase quelconque des opérations, le jugeait nécessaire, le général Bassot serait prêt à se rendre à Quito et nous apprécierons certainement beaucoup les services qu'il pourrait nous rendre ainsi; mais, si même il ne faisait pas ce voyage, ce serait toujours notre Confrère qui dirigerait de loin les officiers placés sous ses ordres.

» L'Académie devrait, en outre, avoir un rôle de contrôle scientifique; les carnets d'observations et de calculs devraient lui être soumis et il y aurait lieu, sans doute, de nommer une Commission chargée de les examiner.

» Arrivons à l'examen des détails de l'avant-projet.

MESURE DES BASES.

» Trois bases seront mesurées; chacune d'elles aura environ 8500^m. La base principale sera située vers le milieu de l'arc, près de Riobamba,

à une latitude d'à peu près $1^\circ\frac{1}{2}$ sud et à une altitude d'environ 2500^m.

» En outre, deux bases de vérification seront établies près des deux extrémités de l'arc, l'une au nord, près de Cumbal, sur le territoire colombien; l'autre au sud, entre Quiroz et Sullana, sur le territoire péruvien.

» Il importe que les mesures soient faites avec le même instrument qui a servi pour la méridienne de France. Non seulement cet appareil a fait ses preuves, mais les résultats doivent être comparables, et ils ne sauraient l'être si l'on n'opère avec l'instrument qui a été employé dans les mesures précédentes (quitte à se munir d'appareils de réserve pour le cas d'accident).

» Depuis quelque temps, on a commencé à étudier des alliages de fer et de nickel dont la dilatation est extrêmement faible. Il est possible que ces alliages, que nous devons à M. Guillaume, rendent dans l'avenir les plus grands services pour la mesure des bases. Jusqu'ici, toutefois, leurs propriétés sont assez mal connues. Elles ne peuvent l'être qu'à la suite d'expériences longues et difficiles.

» On a proposé, non de substituer les règles en métal Guillaume aux règles bimétalliques, mais d'emporter à l'Équateur les appareils des deux systèmes afin de pouvoir faire pour chaque base des mesures comparatives. La Commission n'a pas cru devoir adopter cette proposition; cela serait en réalité greffer sur la mesure de l'arc de Quito les expériences sur la valeur de la nouvelle règle. Ces expériences sont nécessaires et elles se feront; mais il vaut mieux qu'elles se fassent indépendamment. Faites en France, elles coûteront moins cher et l'on pourra plus facilement y consacrer le temps nécessaire.

MESURE DES ANGLES.

» Le territoire de la République de l'Équateur sur lequel on doit opérer se divise en une série de zones d'altitudes très différentes qui sont, en partant de l'océan Pacifique : 1° une plaine basse; 2° la chaîne des Cordillères occidentales; 3° le plateau de Quito; 4° la chaîne des Cordillères orientales; 5° la plaine des hauts affluents de l'Amazone.

» Les deux chaînes ont une altitude générale d'environ 4000^m ou 4500^m, mais au-dessus de laquelle s'élèvent un certain nombre de pics généralement volcaniques qui atteignent ou même dépassent 6000^m. L'altitude moyenne du plateau est de 2500^m.

» Toutefois les deux chaînes et le plateau s'abaissent notablement dans la partie sud.

» La plaine du Pacifique reste à une basse altitude (300^{m} à 400^{m}) jusqu'aux premières pentes des Cordillères; de même la plaine de l'Amazone commence assez brusquement au pied des Cordillères orientales, avec des altitudes moyennes d'environ 500^{m}.

» La largeur de ces différentes zones est naturellement assez variable.

» A la latitude de la base principale, la plaine du Pacifique a une largeur d'à peu près 180^{km}, le versant occidental (des premiers escarpements au faîte) 45^{km}; le plateau (entre les deux faîtes) 50^{km}, le versant oriental (du faîte à la plaine) 25^{km}.

» Plus au sud les deux chaînes se rapprochent de l'Océan; d'autre part, la côte présente une échancrure profonde qui est le golfe de Gayaquil.

» Pour ces deux raisons la largeur de la plaine occidentale est considérablement diminuée. C'est cette circonstance qui permettra, comme nous le verrons plus loin, de pousser la triangulation jusqu'à la mer.

» Cette configuration du terrain imposait pour ainsi dire le plan général de la triangulation.

» On construira deux séries de stations, les unes sur la chaîne occidentale, soit sur les sommets, soit sur les flancs des montagnes, les autres sur la chaîne orientale.

» Ces stations seront au nombre de cinquante-deux, dont vingt-huit seront empruntées à l'ancienne chaîne de Bouguer et Lacondamine.

» Leur altitude sera souvent de 4000^{m}. Les côtés des triangles auront de 30^{km} à 40^{km}.

» La chaîne des triangles suivra donc la direction générale des Cordillères, et comme cette direction n'est pas exactement nord-sud, cette chaîne devra elle-même être légèrement inclinée sur le méridien de telle sorte que la différence de longitude des deux extrémités sera un peu moins de 3°.

» Dans la partie sud du golfe de Gayaquil, les hauteurs se rapprochent assez de la côte pour qu'on puisse joindre à la triangulation générale un point situé sur le bord de la mer et où se trouve un ancien phare.

» Les opérations seront dirigées de la façon suivante : les officiers composant la Mission se partageront en deux brigades dont l'une se portera de station en station sur la chaîne occidentale, pendant que l'autre fera de même sur la chaîne orientale. Bien entendu, la marche des deux brigades devra se poursuivre parallèlement de telle façon que les stations où elles opéreront en même temps soient toujours en vue l'une de l'autre.

» D'un autre côté, l'expérience prouve qu'il est impossible dans ce pays

de construire des signaux; ils seraient détruits par les indigènes; il sera donc nécessaire d'employer des héliostats. Chaque brigade devra, en conséquence, être accompagnée de deux postes comprenant des sous-officiers ou soldats français exercés à la télégraphie optique. Pendant que les observateurs s'installeront dans une station, l'un de ces postes occupera la station précédente de la même chaîne, et l'autre la station suivante, de façon à pouvoir envoyer des signaux aux officiers.

ASTRONOMIE FONDAMENTALE.

» Les trois éléments astronomiques fondamentaux, latitude, longitude et azimut, seront déterminés avec le plus grand soin dans trois stations, la première à Quito, vers le milieu de l'arc, et à 1°,5 environ au nord de la base principale; les deux autres à petite distance des deux bases extrêmes.

» Quito possède un observatoire muni de bons instruments. Le Gouvernement français a mis à la disposition du Gouvernement équatorien pour une période de cinq ans un de nos plus habiles astronomes, M. Gonnessiat, de l'observatoire de Lyon. Ce savant va prendre la direction de l'observatoire de Quito.

» Cette combinaison, si heureuse au point de vue de l'influence extérieure de la France, a été rendue possible par la munificence de deux donateurs anonymes, et je suis heureux d'avoir l'occasion de rendre ici hommage à leur généreuse pensée.

» En tout cas, cette circonstance facilitera singulièrement les opérations de la Mission. Pendant que les officiers opéreront dans les stations extrêmes, M. Gonnessiat fera des observations simultanées à Quito. Cette simultanéité, indispensable pour les observations de longitudes, sera aussi précieuse pour la mesure de la latitude et nous fera connaître les différences de latitude avec une très grande précision.

LONGITUDES.

» Le télégraphe rejoint maintenant Quito à Gayaquil et à un point très voisin de la station astronomique nord. Entre Quito et Gayaquil, il y a un relai; il y en a un également entre Quito et la station nord. Mais il sera facile de supprimer ces relais en employant un nombre suffisant de piles.

» Vers le sud, le télégraphe est poussé moins loin et il s'arrête à une

assez grande distance de la station astronomique; mais on travaille actuellement à le prolonger et il est certain qu'au moment du besoin il pourra être facilement relié à la station sud.

» Les différences de longitude entre Quito et les deux stations astronomiques principales, et entre Quito et Gayaquil pourront ainsi être déterminées sans relai télégraphique, c'est-à-dire avec une grande précision.

» Gayaquil est relié par des câbles sous-marins au réseau télégraphique général; on pourra donc connaître sa différence de longitude avec l'Amérique du Nord. Mais ici l'emploi de relais sera inévitable et la précision sera moindre. Elle sera d'ailleurs beaucoup moins nécessaire.

ASTRONOMIE SECONDAIRE.

» Outre les trois stations astronomiques principales, il sera établi six stations astronomiques secondaires où l'on mesurera des latitudes différentielles et des azimuts secondaires. Ces stations seront sensiblement espacées de degré en degré.

» L'une d'elles, Chuyuj, est voisine de la base principale.

NIVELLEMENTS.

» Les bases devant être réduites au niveau de la mer, il importe de connaître leur altitude avec une assez grande exactitude.

» L'altitude de la base centrale nous sera donnée par une opération de nivellement géométrique de précision, avec les méthodes créées par M. Lallemand et employées dans le nivellement général de la France. Ces méthodes sont familières aux officiers du Service géographique, qui en ont fait usage en Algérie.

» Ce nivellement se fera le long du tracé du futur chemin de fer de Gayaquil à Quito.

» Le niveau de la mer sera déterminé par un médimarémètre. On n'a pas cru devoir établir cet instrument à Gayaquil. Ce port se trouve en effet au fond d'une baie longue et étroite qui débouche elle-même sur le golfe de Gayaquil. On pourrait donc craindre qu'il y eût de légères différences entre le niveau moyen du port et celui de la pleine mer. C'est pourquoi le médimarémètre sera placé à Playas, sur la côte du Pacifique proprement dit, un peu avant l'entrée du golfe et à 70^{km} seulement de Gayaquil.

» La ligne de nivellement du médimarémètre à la base présentera un

développement total d'environ 280^{km}. Du médimarémètre à Gayaquil, puis de Gayaquil à Puente de Cimbo, c'est-à-dire sur 170^{km}, l'altitude s'élève lentement jusqu'à 345^{m}; de ce point jusqu'à Sibambe, où la ligne de nivellement rejoint la chaîne trigonométrique, on monte rapidement de 345^{m} à 2470^{m} sur 35^{km}; sur le reste du tracé, de Sibambe à la base, l'altitude reste élevée, mais sensiblement constante.

» On ne peut songer à relier les deux bases extrêmes à la mer par des lignes de nivellement analogues. On devra se contenter des données du nivellement géodésique. A cet effet on mesurera dans chaque station les distances zénithales. Toutes les fois que cela sera possible, on procédera par mesures réciproques et simultanées, ce qui permettra d'éliminer la réfraction géodésique et d'en étudier les lois.

» On doit pourtant observer que l'une des brigades suivant toujours la chaîne occidentale et l'autre la chaîne orientale, le nivellement géodésique ne pourrait être prolongé d'une base à l'autre *par mesures réciproques et simultanées* que le long d'une ligne en zigzag passant alternativement d'une chaîne à l'autre.

» Il n'est pas même certain que le long de cette ligne ces mesures simultanées puissent se faire sans difficulté et sans pertes de temps. En tout cas, les mesures de distances zénithales seront, sinon simultanées, du moins toujours réciproques et la précision restera suffisante.

» En effet, d'après les comparaisons des mesures faites en France et en Algérie, l'incertitude ne serait que de quelques mètres, ce qui amènerait pour la base réduite au niveau de la mer une erreur de $\frac{1}{1000000}$ à peu près. Or la concordance des bases calculées et des bases mesurées ne se vérifie généralement qu'avec une précision beaucoup moindre, et si l'on a été parfois jusqu'au $\frac{1}{500000}$ peut-être par suite de compensations fortuites entre les erreurs, c'est sur le $\frac{1}{100000}$ seulement qu'il convient de compter.

OBSERVATIONS DU PENDULE.

» Les mesures de gravité sont partout le complément indispensable des opérations géodésiques; mais il y a une raison, sur laquelle d'ailleurs nous reviendrons plus loin, et qui les rend encore plus importantes dans le cas qui nous occupe.

» La région où l'on doit opérer est une des plus élevées du globe, et le relief considérable des Andes porterait à penser qu'il peut s'y produire des attractions supplémentaires capables de produire des anomalies de la

gravité et un relèvement local du géoïde. Ce relèvement ainsi que les déviations de la verticale aux extrémités de l'arc seraient de nature à affecter gravement le résultat.

» Ce serait là même une objection sérieuse contre le choix de cette méridienne si les observations pendulaires ne nous fournissaient précisément un moyen de reconnaître l'existence de ces anomalies, d'évaluer les erreurs qui en résultent et au besoin de les corriger.

» Le projet prévoit sept ou huit mesures de pesanteur disposées suivant une coupe partant de la côte vers Gayaquil, passant au pied du Chimborazo, à Quito, et aboutissant au versant oriental du massif Cotopaxi-Antisana.

» Il en résultera évidemment les indications les plus précieuses, puisqu'on verra ainsi comment varie la pesanteur depuis la côte jusqu'au pied des Cordillères, puis jusqu'au faîte de la chaîne occidentale et jusqu'au plateau; on se rendra compte de plus des anomalies qui résultent de la présence des deux massifs les plus élevés, ceux du Chimborazo et du Cotopaxi.

» Ce n'est pas assez, toutefois, et nous pensons qu'il serait désirable de multiplier encore les stations, ce qui n'entraînera pas de dépenses supplémentaires importantes, si l'on prend soin de combiner le plan d'opérations de façon à éviter des déplacements inutiles.

» Il faudrait faire des observations tout le long de la chaîne pour se rendre compte de la façon dont les anomalies de la pesanteur varient depuis la base nord jusqu'à la base sud. On pourrait, par exemple, faire des mesures dans chacune des stations astronomiques principales et secondaires et dans le voisinage des bases.

» D'un autre côté, on aurait intérêt à posséder des données sur les valeurs de la gravité dans la plaine située à l'est des Andes; et, en effet, le relèvement général du géoïde ne dépend pas seulement de l'intensité de la pesanteur au point où l'on veut évaluer ce relèvement et dans son voisinage immédiat, mais il dépend aussi de la valeur de g dans les régions un peu plus éloignées.

» Toutefois, nous devons remarquer que cette plaine est peu habitée et presque inexplorée, qu'on n'y saurait pénétrer sans escorte. C'est donc sur place qu'on pourra s'assurer de la possibilité de cette expédition. C'est d'ailleurs seulement quand les opérations seront plus avancées qu'on verra si les ressources dont dispose encore la mission lui permettent de l'entreprendre.

» Au contraire, il est une autre station où l'observation du pendule

serait fort intéressante et pourrait se faire sans aucune difficulté. Je veux parler de celle où sera placé le médimarémètre. Il est possible, en effet, que l'influence des Andes se fasse déjà sentir à Gayaquil, et qu'on trouve une différence entre les deux stations.

» Toutes ces mesures se feront avec le pendule *relatif* de M. le colonel Defforges. Les déterminations relatives suffisent en effet pour notre objet, et le transport du pendule *absolu* présenterait de grandes difficultés.

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES.

» Les observations magnétiques se rattachent moins directement aux travaux géodésiques. Mais on profitera du voyage de la mission pour déterminer les trois éléments magnétiques absolus : déclinaison, inclinaison et composante horizontale, au moins pour toutes les stations astronomiques, qui sont au nombre de neuf.

» Les officiers s'exerceront avant leur départ au maniement des instruments magnétiques, à l'observatoire magnétique du parc Saint-Maur, sous la direction de M. Moureaux, dont la compétence est bien connue de l'Académie.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES.

» Il est nécessaire de corriger les latitudes observées des déviations locales de la verticale, et pour cela de calculer l'attraction locale due aux massifs apparents les plus voisins des stations d'observation. Une correction analogue devra souvent être appliquée aux mesures pendulaires.

» A cet effet, il faudra faire un levé topographique de ces massifs à une échelle suffisante, afin d'évaluer leur volume, et une étude géologique sommaire des roches qui les constituent, afin de connaître leur densité.

» Un membre de la Commission a proposé de choisir pour médecin de la mission un homme habitué aux recherches pétrographiques et géologiques. Mais la majorité n'a pas jugé que cette solution fût la meilleure.

» Si l'on peut espérer de trouver chez le médecin militaire attaché à la mission des connaissances zoologiques et botaniques, si cela est même désirable à tous égards, il n'y a aucune raison de supposer qu'on ait plus de chances de rencontrer parmi les médecins un géologue compétent. Ce sont plutôt les officiers eux-mêmes qui sont préparés par leurs études et leurs travaux antérieurs à l'étude pétrographique des terrains.

» On a donc pensé que le mieux était de prier M. Fouqué ou M. Lacroix

de donner à quelques officiers leurs conseils éclairés et de les exercer au Muséum aux déterminations pétrographiques et au choix judicieux des échantillons.

EXAMEN DU DEVIS.

» Nous nous étendrons peu sur le devis estimatif, qui échappe à notre compétence, et nous nous bornerons à faire ressortir l'impression générale qui se dégage d'un premier examen.

» C'est que ce devis a été établi avec grand soin et avec un souci constant d'éviter les doubles emplois et les dépenses inutiles. Il ne semble pas qu'il puisse être réduit.

» En effet, on doit tenir compte de ce fait que, malgré la bonne volonté du Gouvernement de l'Équateur, son concours sera forcément limité.

» Il pourra fournir à la mission une escorte et des hommes pour les transports. Mais cette escorte et ces auxiliaires devront probablement être payés.

» Sans doute, on peut espérer que le crédit demandé ne sera pas entièrement dépensé; les évaluations ont été faites largement et en tenant compte d'éventualités qui ne se présenteront peut-être pas. Cela était nécessaire, afin d'être assuré que le devis ne serait pas dépassé; mais en escomptant les circonstances heureuses et en réduisant d'avance le crédit, on s'exposerait à des surprises.

» Il ne semble pas qu'aucun des articles du devis puisse donner lieu à une contestation.

» Il était nécessaire, par exemple, de prévoir le cas où quelques-uns des officiers auraient besoin d'un congé pendant une campagne si longue et si fatigante.

» Il était nécessaire d'emmener un mécanicien pour faire sur place les réparations des instruments; car le renvoi des instruments en France, à cause du prix des transports et des délais qui résulteraient d'un aussi long voyage, entraînerait des dépenses considérables.

» Enfin, tandis que la mission principale partira au mois de février ou de mars prochain en vue d'une campagne de quatre ans, deux officiers partiront six mois plus tôt, en septembre 1900, afin de préparer les voies et d'acheter les animaux destinés aux transports. Il est évident que cette disposition produira en définitive une économie notable.

ÉTENDUE DE L'ARC.

» Il nous reste à traiter deux importantes questions. La première a été soulevée par la Lettre ministérielle elle-même.

« Toutefois, dit M. le Ministre, il y a lieu de considérer que la dépense
» pourrait être réduite dans une assez forte proportion s'il était possible,
» sans inconvénient scientifique, de réduire l'arc actuellement prévu de 6°
» à 4°,5, de la base de Colombie à la base de Targui; on supprimerait ainsi
» la partie la plus difficile des travaux.... Je prierais l'Académie de me faire
» connaître son sentiment sur la question de l'amplitude de l'arc à me-
» surer et de me dire si la mesure d'un arc de 4°,5 lui paraîtrait répondre
» suffisamment aux besoins de la Science. »

» L'arc mesuré au XVIIIe siècle s'étendait de la station de Mira, par 0°35′ N., jusqu'à la base de Targui, par 3° 10′ S. Il s'étendait ainsi sur environ 3°,5. Il est question de le prolonger vers le nord jusqu'à Cerro de Pasto, par 1° 12′ N., soit de trois quarts de degré environ, et vers le sud jusque sur le territoire péruvien, par 4°55′ S, soit d'à peu près 1°,5.

» La proposition visée dans le paragraphe que je viens de citer consisterait à supprimer le prolongement vers le sud, ce qui réduirait l'arc à 4°,5.

» Nous devons d'abord remarquer que l'arc à mesurer doit être combiné avec des arcs de grande amplitude pris dans les latitudes moyennes et qui ont une vingtaine de degrés; j'ai cité plus haut les plus importants de ces arcs; il serait à désirer que la nouvelle détermination eût un poids comparable.

» Or, il est évident que ce poids sera d'autant plus grand que l'arc sera plus étendu. La principale cause d'erreur est, en effet, l'incertitude sur les latitudes extrêmes, en raison des attractions locales qui peuvent faire dévier la verticale. Cette déviation et par conséquent cette incertitude, toutes choses égales d'ailleurs, seront indépendantes de l'amplitude de l'arc, de sorte que l'erreur relative qui en résultera variera en raison inverse de cette amplitude.

» A ce compte, en réduisant l'arc de 6° à 4°,5, on réduirait d'un quart sa valeur scientifique; mais, en réalité, ces sortes d'appréciations ne peuvent se traduire par des chiffres. Quand une détermination devient deux fois plus précise, est-il vrai que sa valeur scientifique devient seulement deux fois plus grande? Tous les savants répondront que la pro-

gression est beaucoup plus rapide, que pour avoir deux fois autant de précision ils devront dépenser beaucoup plus de deux fois autant de peine, et qu'ils ne la regretteront pas.

» D'un autre côté, plusieurs membres de la Commission ont émis l'avis que, les frais généraux restant les mêmes, la dépense ne serait réduite que d'un sixième.

» Mais un examen plus approfondi du devis montre que cette évaluation est encore très exagérée.

» Il n'y aurait aucune économie ni sur la mesure des bases, ni sur les indemnités d'entrée en campagne, ni sur le transport du personnel et du matériel de France en Amérique, ni sur le nivellement de précision, ni sur l'achat des mules.

» En ce qui concerne la mesure des angles, l'économie n'est pas la même, si l'on veut rattacher la triangulation à la mer, au point dit « l'ancien Phare », dont j'ai parlé plus haut, ou si l'on renonce à ce rattachement.

» Si l'on veut rejoindre la mer, jonction dont l'intérêt est manifeste, on ne pourra supprimer que neuf stations, à savoir les cinq stations péruviennes et celles d'Acacana, Pisaca et Ama. Je ne parle pas des deux stations situées aux extrémités de la base, qui se trouveraient supprimées également, mais qui devraient être remplacées par deux stations analogues aux extrémités de la base de Targui.

» Si l'on renonce à joindre la mer, on pourra supprimer en plus Chilla, Mullepungo, Minas et l'ancien Phare; de sorte qu'on économiserait en tout treize stations.

» La durée de l'opération serait ainsi diminuée de deux mois.

» Pour les mesures astronomiques, la station principale du sud serait supprimée, ainsi que la station secondaire du Cerro Chacas, mais la station secondaire de Purin devrait devenir principale.

» En somme, on aurait quatre stations secondaires au lieu de six; d'où une nouvelle économie de deux mois.

» L'entretien du personnel français pendant un mois montant à 4175^{fr}, l'économie en argent serait de 16700^{fr}. Cette évaluation est très exagérée, car le séjour de chaque membre de la mission ne serait pas réduit de quatre mois, et, en particulier, l'officier supérieur chef de la mission devrait néanmoins rester un an à l'Équateur. Quant à une réduction du personnel, elle ne saurait se faire sans nuire à la rapidité et à la bonne exécution du travail.

» Les frais occasionnés par la mesure des angles, soit 38000^{fr}, seraient

réduits d'un quart environ (toujours en renonçant à la jonction à la mer), soit 9500^{fr}.

» Les dépenses des stations secondaires seraient réduites d'un tiers, soit 3900^{fr}.

» Cela fait en tout environ 30000^{fr}, mettons 35000^{fr} pour tenir compte de divers frais de transport et des économies réalisables sur les mesures de gravité.

» Cette évaluation, qui est plutôt exagérée, suffit pour expliquer comment votre Commission a été unanime à penser que l'arc devait être prolongé sur 6°.

RELÈVEMENT DU GÉOIDE.

» La seconde question se rapporte au relèvement du géoïde que pourrait produire l'attraction du massif des Andes. M. Hatt, dans les séances de la Commission, a insisté à plusieurs reprises sur les difficultés qui peuvent en résulter.

» Nous devons d'abord nous demander quelle est l'importance probable ou possible de ce relèvement. Quelques auteurs avaient parlé de 150^{m}. Si l'on calcule l'effet de l'attraction d'un massif cylindrique de 3000^{m} de hauteur et de 150^{km} de diamètre, en supposant la densité moitié de celle de la Terre, on trouve un relèvement maximum de 50^{m}. Le résultat pourrait être augmenté, et peut-être doublé, pour la chaîne des Andes, qui ne se réduit pas à un massif circulaire, mais s'étend tout le long de la côte du Pacifique.

» Mais il faut tenir compte aussi de l'influence probable des masses intérieures. On sait que les observations du pendule dans les régions montagneuses ont mis en évidence un fait des plus curieux. Les valeurs observées de la gravité sont toujours en déficit sur les valeurs calculées par la formule de Bouguer. Elles s'accordent au contraire assez bien avec une autre formule, due à M. Faye, et où l'on néglige complètement l'attraction des massifs montagneux.

» Ce fait inattendu, sur lequel M. Faye a appelé à plusieurs reprises l'attention du monde savant, montre que l'attraction des massifs montagneux apparents est compensée, du moins en grande partie, par la distribution intérieure des masses, de telle sorte que, si la formule de M. Faye était rigoureusement exacte, le relèvement du géoïde serait nul.

» Il en est à peu près ainsi dans les Alpes et l'Himalaya. En sera-t-il de même dans les Andes? Les différences de structure stratigraphique et de

constitution lithologique ne nous permettent pas de l'affirmer. L'observation peut seule décider.

» Nous devons voir maintenant quelles peuvent être les conséquences de ce relèvement sur les résultats de nos mesures.

» Pour bien le faire comprendre, nous devons distinguer trois surfaces :

» 1° L'ellipsoïde de révolution, qui diffère le moins de la forme de la Terre;

» 2° Le géoïde vrai, c'est-à-dire la surface d'équilibre des eaux tranquilles sous l'influence de la force centrifuge et de l'attraction de toutes les masses, tant apparentes qu'intérieures;

» 3° Le géoïde corrigé, c'est-à-dire la figure d'équilibre que prendraient ces mêmes eaux tranquilles si l'on supprimait quelques-uns des massifs les plus apparents.

» Il est clair que le géoïde corrigé, dont la définition reste d'ailleurs arbitraire dans une large mesure, différera très peu du géoïde vrai, mais présentera moins de petites irrégularités locales.

» Le théorème de Legendre et Gauss prouve d'abord que nos mesures nous donneront exactement la véritable longueur d'un arc méridien du géoïde vrai (ou du géoïde corrigé, si l'on a calculé convenablement les attractions locales), à la seule condition que la base ait été correctement réduite au niveau de la mer, je veux dire du géoïde.

» Jusqu'à quel point cette condition sera-t-elle réalisée? A cause de la grande altitude de la base, elle ne le sera qu'au prix de certaines précautions. Soit α l'angle de la normale au géoïde et de la normale à l'ellipsoïde. Si la variation de cet angle entre les deux extrémités de la base est de $1''$, il est aisé de calculer que l'erreur sur la réduction de la base sera d'un peu plus de 1^{cm}.

» Mais si nous obtenons ainsi exactement la courbure d'un certain arc du géoïde, il n'est pas certain que cette courbure ne s'écarte pas notablement de celle de l'ellipsoïde; il peut se faire qu'on ait pris les mesures sur une bosse toute locale du géoïde, et que la courbure y soit très différente de ce qu'on aurait trouvé dans une autre partie peu éloignée de ce même géoïde, sur le bord du Pacifique par exemple.

» Il importe de se mettre en garde contre une semblable erreur, et l'on ne peut le faire qu'en cherchant à évaluer le relèvement du géoïde. Quels sont les moyens que l'observation nous fournit pour cela?

» Il y en a deux : le premier est l'observation pendulaire. C'est le moins coûteux et c'est le plus sûr, parce qu'on peut multiplier les mesures. Mais

il ne donnera le relèvement cherché que si les cotes sont assez nombreuses pour qu'on ait une idée approximative des variations de la gravité dans toute la région considérée.

» Toutefois, ce premier moyen ne devrait pas nous faire négliger le second, si sur place on le reconnaissait praticable et suffisamment économique. Ce second moyen est la mesure de la différence de longitude astronomique entre un point de la côte et Quito et sa comparaison avec la différence de longitude géodésique.

» Il est clair qu'on pourra en déduire, sinon le relèvement absolu du géoïde, du moins la différence entre les valeurs de ce relèvement à Quito et sur le bord du Pacifique.

» Mais, pour que cette opération puisse se faire, il faut trouver sur le littoral un point dont on puisse avoir à la fois la longitude astronomique et la longitude géodésique. Gayaquil, au nord du golfe du même nom, est relié à Quito par le télégraphe ; on en mesurera donc la longitude astronomique. D'un autre côté, l'ancien phare, au sud du même golfe, sera rattaché au réseau trigonométrique, ce qui permettra d'en calculer la longitude géodésique.

» En revanche, on ne peut avoir ni la longitude astronomique de l'ancien phare, puisque le télégraphe n'y va pas, ni la longitude géodésique de Gayaquil, parce que la plaine entre cette ville et les Cordillères est plate, boisée et sans vues.

» Mais il y a au milieu du golfe de Gayaquil une île appelée Puna ; dans cette île se trouvent quelques collines que l'on pourrait peut-être raccorder à la triangulation au moyen d'un ou deux triangles. On peut espérer, d'autre part, que le télégraphe sera d'ici à quelques mois prolongé de Gayaquil à Puna.

» La mesure des deux sortes de longitude deviendrait alors possible.

CONCLUSIONS.

» En résumé, votre Commission vous propose :

» 1° D'émettre un avis favorable au projet de revision de la méridienne de Quito ;

» 2° D'insister auprès de M. le Ministre pour que l'arc mesuré soit de 6° et non de 4°, 5 ;

» 3° D'émettre le vœu que l'opération soit confiée au Service géogra-

phique de l'armée, sous le haut patronage et sous le contrôle scientifique de l'Académie des Sciences;

» 4° De nommer une Commission permanente chargée de suivre et de contrôler les opérations de la mission;

» 5° D'approuver dans ses traits généraux l'avant-projet qui nous est soumis, sous la réserve des observations contenues dans ce Rapport et, en particulier, de celles qui se rapportent à la nécessité de multiplier les mesures pendulaires. »

Après discussion en Comité secret, l'Académie adopte les conclusions du Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. R. **Lipschitz**, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à présenter une liste de deux candidats à la chaire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux) devenue vacante au Muséum d'Histoire naturelle par suite du décès de M. *Milne-Edwards*.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. le Dr *J.-J. Matignon* ayant pour titre : « Superstition, crime et misère en Chine ».

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le problème restreint des trois corps.* Note de M. **Lévi-Civita**, présentée par M. Appell.

« Soient S, J, P (Soleil, Jupiter, Planète) les trois corps; $1, \mu, 0$ leurs masses. On suppose les trois corps dans un même plan et le mouvement de Jupiter circulaire.

» Les distances PS, PJ seront désignées par r, Δ, et l'angle $\widehat{PSJ}$ (compté

positivement dans le sens du mouvement de Jupiter) par v. Si l'on prend SJ pour unité de distance et qu'on dispose de l'unité de temps de façon que la constante de Gauss se réduise à l'unité, les équations du mouvement de P pourront s'écrire

$$(1) \qquad \frac{dp_i}{dt} = \frac{\partial F}{\partial q_i}, \qquad \frac{dq_i}{dt} = -\frac{\partial F}{\partial p_i} \qquad (i = 1, 2),$$

où

$$F = \frac{1}{2p_1^2} + p_1 - \tfrac{1}{2}(p_2^2 + q_2^2) + \frac{\mu}{\Delta} - \frac{\mu}{1+\mu} r \cos v.$$

» Les variables p_i, q_i sont liées aux éléments elliptiques (du mouvement relatif par rapport à SJ), demi-grand axe a, excentricité e, anomalie moyenne ζ, longitude du périhélie ϖ, par les relations

$$p_1 = \sqrt{a}, \qquad q_1 = \varpi + \zeta; \qquad p_2 = \eta \cos\varpi, \qquad q_2 = -\eta \sin\varpi,$$

η étant la racine de l'équation

$$\frac{\eta^2}{4a} - \frac{\eta}{\sqrt{a}} + e^2 = 0,$$

qui s'annule avec e.

» Pour $\mu = 0$, le mouvement de P est keplérien ; il est même circulaire et uniforme dans les ∞^1 solutions suivantes :

$$(2) \qquad p_1 = \sqrt{R}, \quad q_1 = (n-1)t; \quad p_2 = q_2 = 0$$

$\left(n = R^{-\frac{3}{2}}\right.$, R étant une constante$\left.\right)$.

» La valeur de F (constante de Jacobi), qui correspond à une solution (2), est $C = \frac{1}{2R} + \sqrt{R}$.

» Fixons pour C cette valeur et considérons les trajectoires de (1), sous la condition $F = C$, pour les petites valeurs de μ. Elles sont définies par les équations

$$(3) \qquad \frac{dp_2}{dq_1} = -\frac{\partial H}{\partial q_2}, \qquad \frac{dq_2}{dq_1} = \frac{\partial H}{\partial p_2},$$

où H n'est que la racine p_1 de l'équation $F = C$, qui se réduit à $\sqrt{R}$, pour $\mu = p_2 = q_2 = 0$.

» Il existe parmi ces trajectoires des orbites fermées, peu différentes des cercles (2). Rapportons-nous, pour fixer les idées, à une planète inférieure ($R < 1$).

» Plus particulièrement, donnons à R telle valeur que $\frac{1}{n-1} = \frac{1}{R^{-\frac{3}{2}}-1}$ soit de la forme $\frac{h}{3}$, h étant un entier positif, premier avec 3

$$\left(R = \frac{1}{\sqrt[3]{1+\frac{3}{h}}}\right).$$

» Les principes exposés dans une Note précédente (16 juillet) vont nous permettre d'affirmer que les solutions périodiques de cette catégorie sont instables (tout en paraissant stables à la première approximation).

» Je supposerai pour un moment que l'on donne au paramètre μ seulement des valeurs μ', pour qui les exposants caractéristiques de la solution périodique $\left(\text{par rapport au système réduit (3), qui sont purement imaginaires et très voisins de } \frac{\pm\sqrt{-1}}{n-1}\right)$ seraient commensurables avec $\frac{\sqrt{-1}}{n-1}$. Les considérations de ladite Note sont alors applicables. On doit, en premier lieu, substituer à p_2, q_2 deux nouvelles variables canoniques x et y telles que l'expression de H ne contienne plus ni termes du premier ordre ni termes du second ordre par rapport à x, y. Le criterium d'instabilité, c'est que la valeur moyenne (H_3) de H_3 n'ait pas de facteurs multiples (H_3 désigne l'ensemble des termes du troisième degré dans H et la valeur moyenne se rapporte à la variable q_1, de laquelle H est, même après la substitution de x, y à p_2, q_2, fonction périodique). Si μ' est assez petit, il suffit que cette condition soit satisfaite pour le premier coefficient non nul du développement de (H_3) suivant les puissances de μ. Or, en posant $(H_3) = (H_3)^{(0)} + \mu(H_3)^{(1)} + \ldots$, on trouve $(H_3)^{(0)} = 0$, $(H_3)^{(1)} = \Theta(x^3 - 3y^2x)$, où Θ dépend uniquement de R et ne s'annule pas identiquement, ni non plus pour les valeurs de la forme $\frac{1}{\sqrt[3]{1+\frac{3}{h}}}$.

» L'instabilité est donc certaine pour les solutions périodiques de l'espèce considéré, pourvu toutefois que μ ait une valeur μ'. Mais on peut se débarrasser de cette dernière restriction. On parvient ainsi à établir que *les solutions périodiques du problème restreint des trois corps, qui diffèrent assez peu des orbites circulaires, ayant pour moyen mouvement un nombre de la forme* $1 + \frac{3}{h}$, *sont assurément instables.*

» Les conditions ci-dessus sont à fort peu près satisfaites pour les petites

planètes (167) Urda, (243) Ida, (396), dont le moyen mouvement est voisin de $1 + \frac{3}{2}$, les excentricités et les inclinaisons étant très petites.

» Les développements de cette Note et des deux précédentes (9 et 16 juillet) paraîtront prochainement dans les *Annali di Matematica*.

» Je ne puis enfin me passer de faire remarquer que, si l'on avait reconnu l'instabilité pour les valeurs rationnelles du moyen mouvement n, on pourrait démontrer qu'il en est de même pour toute valeur de n. »

ASTRONOMIE. — *Sur la position et sur l'aspect actuel d'une étoile nouvelle, transformée en nébuleuse.* Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

« M. Pickering vient d'annoncer qu'une étoile nouvelle découverte par Mme Fleming, et qui était de 8e grandeur en avril 1899, est maintenant une nébuleuse de 12e grandeur.

» Il importait de déterminer la position exacte de cet objet avant qu'il se fût trop affaibli, et c'est ce que nous avons fait dès que l'absence de la Lune l'a permis.

» Sans doute la constitution nébuleuse actuelle de cet objet a été déduite d'un examen spectroscopique, car aujourd'hui, examinée à la lunette ordinaire, il paraît parfaitement stellaire, sans aucune trace de nébulosité environnante. Sa grandeur est 12 à 12,5.

» Voici les mesures qui donnent la position de cet objet par rapport à l'étoile 3710 BD — 0° :

1900.	Angle de position.	Distance.	ΔÆ.	ΔⒹ.
Juillet 18	127°,00	4′.46″,51	—0ᵐ.15ˢ,26	+2′.52″,4
20	127,13	4.45,93	—0.15,20	+2.52,6

» L'étoile de comparaison 3710 BD — 0° a été rapportée elle-même à l'étoile 3705 BD — 0°, et l'on a obtenu :

1900.	ΔÆ.	ΔⒹ.	Comparaisons.
Juillet 17	+0ᵐ.56ˢ,93	—8′.7″,2	6:8
18	+0.57,16	—8.6,3	6:8

» La position de l'étoile 3705 BD — 0°, d'après le Catalogue de Cope-

land et Börgen (n° 5256-7-8) est

ΔR.	ΔD.
19h14m34s,47	−0°14′1″,7 (1900,0)

Il en résulte pour la *Nova* de Mme Fleming la position suivante :

ΔR.	ΔD.
19h15m16s,29	−0°19′16″,0 (1900,0).

ASTRONOMIE. — *Éclipse totale de Soleil du* 28 *mai* 1900 (1). *Note sur les observations faites à l'observatoire d'Alger*, par M. **W.-H. Wesley**, présentée par M. Lœwy (2).

« Le Conseil de la Société royale astronomique ayant eu l'obligeance de me faciliter le voyage à destination d'Alger, en vue de l'observation de l'éclipse de Soleil, M. le professeur Turner écrivit à M. Trépied, directeur de l'observatoire d'Alger, en le priant de vouloir bien m'autoriser à faire usage d'un des instruments de son observatoire.

» M. Trépied accéda fort cordialement à notre désir et, avec la plus grande courtoisie, mit à ma disposition le grand équatorial coudé de 0m,318 d'ouverture, qui paraissait le mieux approprié à la nature des observations que j'avais en vue.

» Il importait de faire le meilleur emploi possible de l'instrument qui m'avait été si généreusement confié, et je pensais que le mieux serait d'examiner attentivement en détail les régions inférieures de la couronne.

» Comme j'avais eu l'occasion d'étudier minutieusement la forme et la structure de la couronne photographiée pendant les éclipses postérieures à 1870, il me semblait désirable de comparer l'aspect de la couronne photographiée et de la couronne observée visuellement.

» Il y avait, en effet, quelque probabilité que l'œil à la lunette pût voir des détails que ne montreraient pas les photographies.

» Mon attention avait été récemment dirigée sur ce point, grâce à une lettre que m'écrivit M. le professeur Langley, au sujet de l'éclipse de 1878 (3).

(1) Traduction de Mlle D. Klumpke.

(2) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

(3) *Nature*, Vol. LI, p. 443; 8 mars 1900.

» Extrayant de son Rapport au Surintendant de l'Observatoire naval des États-Unis le passage suivant :

» Je vis, dans ce court intervalle, une structure filamenteuse étonnamment bien définie; elle n'affectait pas la forme radiale, ou elle ne la rappelait que de bien loin; elle offrait près du disque le plus d'éclat et de netteté, et elle s'évanouissait rapidement pour disparaître complètement à une distance de cinq minutes d'arc ou davantage (peut-être à 10 minutes dans quelques cas).

» M. le professeur Langley termine par cette remarque :

» Quelque intéressantes que soient les photographies obtenues recemment sur la structure intérieure de la couronne, cette structure n'a pas encore été étudiée complètement sur les photographies même les meilleures que j'aie vues; les moyens dont nous disposons, à l'heure actuelle, ne nous permettent peut-être pas de le faire. J'ose espérer qu'à la prochaine éclipse, cette structure intérieure sera un sujet spécial d'études de la part de toute mission possédant les dispositifs photographiques nécessaires et j'émets le vœu que partout où la chose sera possible on en fasse une étude télescopique.

» Sur les photographies prises dans le voisinage du maximum des taches solaires (notamment sur les photographies de 1871 et 1893), j'ai trouvé dans les régions inférieures de la couronne des détails nombreux et de forme très complexe.

» Les photographies prises dans le voisinage du minimum des taches solaires ont, en général, montré peu de détails quant à la structure.

» La couronne de 1878 correspondait au type minimum bien accentué; et comme l'éclipse de 1900 est postérieure à celle de 1878 de vingt-deux ans ou deux fois la période de onze années, on pouvait supposer que la couronne de 1900 présenterait le même aspect général que la couronne de 1878, aussi l'occasion me paraissait tout à fait favorable pour l'étude des observations visuelles mentionnée par M. Langley.

» La durée de l'éclipse totale à Alger était si courte qu'il importait de ne pas déplacer l'instrument pendant la totalité. Il fallait donc avoir un grand champ, ce qui entraînait l'emploi d'un faible pouvoir grossissant. Sur ce point j'avais consulté M. Newall qui mit obligeamment à ma disposition une grande lentille qui avait été employée avec succès à l'équatorial coudé de Cambridge. Cette lentille fut placée dans le plan focal de l'objectif du réfracteur d'Alger, elle fut ainsi substituée à l'oculaire ordinaire de cet instrument.

» Derrière la lentille nous plaçâmes un cône en carton dont l'extrémité

avait été tronquée pour faire place à l'œil, au foyer principal de ce système oculaire.

» Le 23 mai, j'arrivai à l'observatoire d'Alger, à Bouzaréah; avec l'autorisation de M. Trépied, M. Sy eut l'obligeance de m'expliquer les mouvements de l'équatorial coudé.

» Nous comparâmes attentivement le plus faible pouvoir grossissant du réfracteur qui était de 40 diamètres, à la lentille de 6 pouces que j'avais apportée d'Angleterre.

» Notre choix définitif s'arrêta à la lentille de Cambridge dont le diamètre était à celui de l'oculaire de l'instrument d'Alger dans le rapport de 8 à 5. Elle donnait de bonnes images; elle offrait un champ de près de 1° 30′ de diamètre et elle n'exigeait aucune orientation pour la mise au foyer, chose qui était d'une grande importance vu le peu de temps dont nous disposions.

» Le pouvoir grossissant de ma lentille n'était guère supérieur à 20; il était clair que nous n'utilisions ici qu'une portion du réfracteur, mais la meilleure, près du centre.

» Grâce à l'étendue de mon champ, en plaçant au centre le disque lunaire, je pouvais étudier la couronne tout autour du bord lunaire jusqu'à une distance de près d'un diamètre.

» Pendant les jours précédant l'éclipse, je braquai le réfracteur sur des objets terrestres et je m'exerçai à les dessiner avec le plus de détails possible dans l'intervalle de temps que durerait l'éclipse. Sur mon papier à dessin, j'avais figuré un disque de deux pouces de diamètre pour représenter la Lune à l'échelle qu'elle m'apparaîtrait au réfracteur.

» Par le centre du disque, j'avais tracé la verticale, et, autour de ce disque, un cercle représentant approximativement le champ de l'instrument.

» Grâce à l'obligeance de M. Evershed, j'eus des données sur les angles de position des principales protubérances dans la matinée du 28, et je me servis pour l'orientation, de la position de la grande protubérance située au sud-ouest.

» Le jour de l'éclipse, le ciel était très pur et la définition des images semblait parfaite.

» Dès que M. Sy eut observé le premier contact sur l'image du Soleil projetée sur un écran avec l'oculaire de 40 diamètres, je suivis, à l'aide de la projection, la marche de l'éclipse, cette image projetée n'affectant pas trop la sensibilité de mon œil.

» Lorsque le croissant solaire fut suffisamment délié, je retirai l'oculaire pour lui substituer l'objectif et le cône.

» L'image du croissant projetée par l'objectif sur l'écran était en dehors du foyer, mais le champ était nettement visible et je pus ainsi placer l'image du disque lunaire presque rigoureusement au centre du champ.

» A l'instant précis où l'image du croissant disparaissait de l'écran, je commençai mon observation.

» J'aperçus, au premier coup d'œil, une couronne de forme entièrement symétrique avec de larges brèches polaires, bien accentuées, s'étendant au nord et au sud à une distance considérable du disque. Ces brèches étaient remplies de rayons délicats que je pouvais suivre jusqu'au bord du disque. Ils étaient rectilignes et dans une direction à peu près radiale dans la partie centrale des brèches; puis, vers les extrémités de la brèche, ils s'écartaient de plus en plus de la forme rectiligne et de la direction radiale. Ils rappelaient d'une manière frappante les rayons vus dans beaucoup d'éclipses antérieures, particulièrement dans celle de 1899.

» Les régions équatoriales étaient, en général, d'une densité uniforme tout le long du bord, et je ne pus constater ici aucune trace de brèches s'étendant jusqu'au disque lunaire.

» Je m'efforçai spécialement à découvrir la structure de forme cintrée ou entrelacée près du bord, mais je ne pus la constater : je ne pus que soupçonner quelques rayons en forme d'arc, entourant la grande protubérance au sud-ouest. Les détails que je vis dans les régions inférieures équatoriales consistaient uniquement en des masses mal définies ne s'élevant, en aucun cas, à plus d'un quart du diamètre lunaire. Ces masses s'évanouissaient d'une manière presque imperceptible et ne présentaient aucun contour défini.

» La couleur générale de la couronne était d'un blanc pur près du disque, elle passait rapidement au gris perle qui, à son tour, devenait moins intense près des bords du champ où les parties équatoriales de la couronne se trouvaient pour moi interrompues.

» Je cherchai avec soin des différences de couleur dans la couronne; mais je ne pus les constater avec certitude : je soupçonnai la couleur rosée près de la grande protubérance au sud-ouest; il y a eu ici, peut-être, une illusion due à la couleur brillante de la protubérance elle-même. Je cherchai la couleur verte près du bord de la couronne, mais j'ai la certitude de ne pas l'avoir vue. Je ne peux croire que la non-apparition de la structure cintrée ou entrelacée sur laquelle s'était principalement portée mon atten-

tion est due à une mauvaise définition, puisque les rayons polaires m'apparurent avec une netteté parfaite.

» Comme phénomène astronomique, la couronne dépassait en beauté tout ce que j'avais imaginé. Les couleurs délicates, blanche et grise, de la couronne avec le rouge éclatant des protubérances formaient une image d'une beauté rare. Immédiatement avant la fin de la totalité, une longue ligne irrégulière de la chromosphère, d'un rouge vif, se montra sur le bord ouest du disque.

» Comme je me trouvais dans une pièce fermée, je ne pus me rendre compte de l'obscurité occasionnée par la totalité, mais je pense qu'elle n'a pas été intense : j'avais allumé une bougie, dont j'eus à peine besoin; à l'air libre elle aurait certainement été inutile.

» La couronne était, il n'y avait pas de doute, du type de celle qui accompagne la période du minimum des taches solaires; les longs rayons équatoriaux se trouvaient coupés pour moi par le champ de mon instrument. A en juger par les régions inférieures que je pouvais voir, il me semblait qu'ils offraient vers l'équateur une dépression moindre que celle correspondant aux rayons dessinés d'après les photographies de la couronne de 1878 ou que celle des rayons de la photographie de M. le professeur Pickering prise en 1889, janvier 1; ils devraient plutôt présenter un type intermédiaire entre 1886 et 1889. L'examen général de la couronne de 1900 confirme l'existence d'une relation entre la forme de la couronne et la période de onze ans relative à l'activité solaire manifestée par les taches du Soleil.

» Pendant la courte durée de la totalité, je n'ai pu faire qu'une esquisse des caractères généraux que présentait la couronne. Immédiatement après l'éclipse, je pris des notes qui m'ont servi ainsi que l'esquisse mentionnée ici à faire aussitôt que possible un dessin du phénomène.

» Mon intention était d'abord de ne dessiner minutieusement que la structure de la couronne; mais, comme je n'avais pu remplir ce programme, j'ai dessiné en substance tout ce que j'ai pu voir. Les rayons polaires ne sont qu'approximativements exacts quant à leur nombre et leur position. Je pense avoir donné assez exactement les angles correspondant aux parties extrêmes des grandes brèches polaires; quant au caractère du contour *est* de la brèche polaire australe, j'ai la conviction de l'avoir bien représenté. J'aurais peut-être dû prolonger le bord ouest de cette brèche jusqu'à la limite du champ.

» Le dessin représente un négatif, les ombres indiquant la lumière.

» Le but principal que j'avais en vue était, ainsi que je l'ai déjà dit, de

comparer la couronne observée au télescope à la couronne photographiée, dans le but de m'assurer s'il existe des détails visibles à l'œil non reproduits par la photographie. Je ne crois pas que c'était là le cas pour la couronne de 1900.

» Je ne crois pas avoir vu plus de détails que n'en montrent les photographies, et j'ai maintenant la conviction que de bonnes photographies, prises à une échelle suffisamment grande, sont susceptibles de faire voir tous les détails que l'œil distingue avec une lunette. J'affirme ce fait d'autant plus volontiers qu'il était jusqu'ici en désaccord avec mes idées. Je m'étais attendu à voir plus ou moins de détails d'une nature complexe et mon attention était spécialement dirigée vers ce point. D'autre part, le ciel était d'une transparence absolue et l'instrument qui m'a servi était sans doute meilleur que tous ceux employés jusqu'ici pour l'observation visuelle d'une éclipse de Soleil.

» L'opinion souvent émise que les détails visibles à l'œil sont plus nombreux et plus complexes que ceux que montrent les photographies est basée, ce me semble, sur une connaissance imparfaite encore des détails, connaissance qu'éclaircira un examen approfondi des couronnes photographiées. En 1872, je vis pour la première fois les belles photographies au collodion de la couronne de 1871 obtenues par M. Davis pour Lord Lindsay (actuellement Lord Crawford).

» M. Davis me dit alors que la couronne, vue au télescope, montrait infiniment plus de détails que n'en donnaient les photographies obtenues par lui.

» A ce moment, je n'avais pas encore soumis ces photographies à l'étude qui, depuis, m'a occupé pendant de longs mois; je suis certain que ni M. Davis, ni moi-même, ne nous rendions compte alors que sur ces mêmes photographies, nous trouverions plus de cent détails distincts bien que très faibles.

» M. Brothers, qui me confia les clichés faits par lui de l'éclipse de 1870, n'avait pas remarqué, ainsi qu'il me l'avoua plus tard, le grand nombre de détails trouvés depuis sur ces mêmes photographies. C'est peut-être aussi le cas des clichés américains de l'éclipse de 1878. Les positifs, qui ont été envoyés en Angleterre, montrent très peu de détails et le dessin, publié à l'aide de ces photographies dans le Supplément III des *Observations de Washington* pour 1876, est fort simple et quelque peu schématique. Ce dessin ne montre évidemment pas tous les détails que l'on trouve sur les originaux, ainsi que cela semble résulter de la comparaison de ce dessin et du cliché à courte pose obtenu de la même éclipse par W. Ranyard. Ce cliché n'est pas très bon, le développement en a été

forcé, il montre néanmoins de nombreux détails qui ne se trouvent pas sur le dessin de Washington, et que je ne distingue pas sur les positifs des clichés américains. Il serait à désirer que les clichés obtenus en 1878, par les différentes missions américaines, fussent soumis à un examen critique.

» Dans un tel examen, les clichés originaux sont absolument indispensables, aucune reproduction photographique ne pouvant faire voir tous les détails; les structures les plus délicates sont invariablement perdues dans les reproductions.

» Les meilleurs résultats, quant aux détails des régions inférieures de la couronne, s'obtiendront à l'aide d'une échelle plus grande que celle employée jusqu'en 1893, la couche de gélatine ne permettant pas de faire subir aux clichés le même agrandissement qu'aux clichés obtenus à l'aide du collodion humide.

» Pour l'étude des régions limites, toujours très peu lumineuses, nous pouvons nous servir des photographies obtenues à l'aide de petits appareils et de plaques rapides. Il est presque inutile de dire ici qu'il est nécessaire d'avoir une série de clichés obtenus avec des poses différentes, car un seul cliché ne donne jamais tout ce qui est visible.

» L'étude des détails des régions inférieures de la couronne nous permettra d'élucider la question si la couronne est formée de régions intérieures et d'extérieures, distinctes ou non. Si la structure des régions inférieures est simplement la base de longs rayons analogues à ceux des régions limites extérieures de la couronne, mais raccourcies, parce qu'elles sont vues sous des angles différents, il est évident alors que la couronne est réellement *une* et que la distinction entre la couronne intérieure et la couronne extérieure, distinction sur laquelle on a tant insisté, est purement arbitraire et qu'elle devrait être abandonnée, ce qui me paraît probable en ce qui concerne la couronne de 1900. »

ASTRONOMIE. — *Observations de l'éclipse totale de Soleil du 28 mai 1900, faites en Espagne, à Hellin, à Albacete et à Las Minas* (¹). Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

« Notre programme comprenait d'abord les observations suivantes qui, en effet, ont été faites à Hellin, près de la ligne de centralité :

» Observation des contacts;

(¹) Mission organisée par le Bureau des Longitudes, avec le concours de l'Observatoire de Paris.

» Photographie de la couronne et des astres voisins du Soleil;

» Dessin à l'œil nu de la forme de la couronne et comparaison avec la forme donnée par la photographie.

» Dans la suite, trois collaborateurs libres, MM. Eysséric, Heitz et Salet, ayant demandé à nous accompagner, nous leur avons proposé l'observation des contacts en deux stations secondaires situées, de part et d'autre de la station principale (Hellin), dans la zone de totalité et vers les limites de cette zone : les stations secondaires ainsi choisies ont été Albacete, où a observé M. Eysséric, et Las Minas, où a observé M. Salet ([1]).

» Quant à M. Heitz, il a bien voulu se charger de manœuvrer l'équatorial photographique installé à Hellin, où nous avons été aidé aussi avec le plus grand dévouement par M. Fernandez.

» Le jour de l'éclipse, le ciel a été parfaitement pur dans les trois stations.

» Nous laissons à MM. Eysséric et Salet le soin de faire connaître leurs résultats; voici le résumé de ceux que nous avons obtenus à Hellin, en un point dont voici les coordonnées géographiques :

» *Longitude :* $0^h 16^m 6^s,0$ ouest de Paris; *latitude :* $+38°30'27''$; *altitude :* 550^m.

» *Contacts.* — Ils ont été observés avec une lunette montée équatorialement, de $0^m,100$ d'ouverture, mais diaphragmée à $0^m,060$ parce que, avec la pleine ouverture, deux verres noirs avaient déjà été brisés. L'oculaire employé donnait un grossissement de 36 fois.

» Nous donnons les heures des contacts d'abord en temps du chronomètre sidéral d'observation (487 Winnerl), tels qu'ils sont sur le cahier d'observation, puis en temps moyen de Hellin, calculé en adoptant $+ 0^m 9^s,1$ pour la correction du chronomètre, déterminée par des observations méridiennes :

Contact.	Temps du chronomètre.	Temps moyen de Hellin.
	h m s	h m s
....	7.12.50 noté peut-être 1^s trop tard	2.50.13,0
2....	8.27.37	4. 4.47,8
3....	8.28.52 noté probablement 1^s trop tard	4. 6. 1,6
4....	9.35.19 ou 20^s	5.12.18,7

([1]) Albacete et Las Minas sont reliés télégraphiquement à Hellin, ce qui nous a permis envoyer, à ces stations secondaires, l'heure de Hellin, exactement déterminée.

» A $3^h 15^m 5^s$ temps moyen la Lune a occulté un groupe de quatre petites taches solaires : au moment de l'immersion de la plus belle il s'est formé, entre cette tache et le bord noir de la Lune, un pont très nettement visible, autrement dit une goutte noire bien prononcée.

» Pendant la totalité, la lumière était encore suffisante pour permettre de lire le cadran des secondes du chronomètre Winnerl, placé cependant à l'ombre du pied de la lunette d'observation.

» Les personnes qui examinaient l'éclipse à l'œil nu ont vu, pendant la totalité, au plus cinq planètes ou étoiles, ce sont : Mercure, Vénus et trois étoiles.

» *Photographie.* — On n'a pris de photographie que pendant la totalité. On a employé les objectifs à portraits suivants, à quatre verres, montés sur un équatorial entraîné et que M. Heitz s'était chargé de manœuvrer :

Objectifs.	Distances focales.	Diamètres des lentilles.	Diamètres des diaphragmes.	Durées de pose.
	m	m	m	s
I................	0,96	0,15	0,098	12
II...............	0,56	0,12	0,108	36
III..............	0,48	0,12	0,092	60

» Les trois plaques ainsi obtenues montrent la couronne sous le même aspect, sauf de légères différences dans l'étendue des parties les plus faibles; sur toutes on voit Mercure, qui a donné une image très forte; mais on n'a pu trouver, sur aucune d'elles, de traces certaines des étoiles qui étaient alors près du Soleil, pas même de α Taureau, alors situé à moins de 6° du centre du Soleil, dans les limites utilsiables des champs des objectifs.

» *Dessin de la couronne à l'œil nu.* — Ce dessin, fait avec un appareil spécial, indique pour la couronne une forme et des limites assez différentes de celles que donne la photographie; mais on ne peut insister ici sur ces différences dont la discussion exigerait la reproduction du dessin et des photographies. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Soleil du 28 mai 1900, faite à Albacete (Espagne).* Note de M. **J. Eysséric**, communiquée par M. Lœwy.

« Les quatre contacts ont été observés à Albacete, en un point situé, par rapport au sommet géodésique de premier ordre de cette ville, à 120^m

au nord et à 230^{m} à l'ouest; de sorte que les coordonnées du lieu de l'observation sont :

Long. O. de Paris : 0^{h}16^{m}47^{s},1. | Lat. N. : 38°59′48″. | Alt. : 678^{m}.

» Cette observation a été faite avec une lunette de 0^{m},070 d'ouverture, montée azimutalement; l'oculaire employé donnait un grossissement de 35 fois.

» Les heures des contacts ont été notées sur une bonne montre Leroy, à temps moyen.

» Le Tableau ci-dessous donne les heures des contacts en temps de la montre et en temps moyen de Hellin; le temps de Hellin, station centrale de la mission de M. Bigourdan, avait été transmis télégraphiquement à Albacete avant et après l'éclipse :

Contacts.	Temps de la montre.	Temps moyen de Hellin.
	h m s	h m s
Premier	3. 5.37,0	2.49.15,5
Deuxième	4.20.36,1	4. 4.14,6
Troisième	4.21.16,0	4. 4.54,5
Quatrième	5.28. 0,8	5.11.39,3

» La durée de la totalité a donc été de 39^{s},9.

» Les premier et quatrième contacts ont été notés quand ils ont été constatés avec certitude, c'est-à-dire sans doute un peu en retard. Les deuxième et troisième contacts ont paru se produire très nettement, le troisième a été observé sans verre coloré.

» Pendant la totalité, deux protubérances inégales, d'une couleur rose vif, ont été observées vers le haut et un peu à gauche du disque (image renversée). »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Soleil du 28 mai 1900, faite à Las Minas (Espagne).* Note de M. SALET, communiquée par M. Lœwy.

« L'observation a été faite à la gare de Las Minas, avec une lunette de 0^{m},095 d'ouverture, montée équatorialement. Les grossissements employés étaient de 85 et 130.

» Le transport du temps était assuré par deux montres à secondes indépendantes et trois montres simples. Toutes ces montres ont été comparées

à la pendule de temps sidéral installée à la station centrale de Hellin, le matin à $6^h,30$ et le soir à 8^h. De plus, l'heure a été envoyée télégraphiquement, par M. Bigourdan, à 2^h et à 5^h30^m, encadrant ainsi l'observation de l'éclipse.

» Les heures des contacts ont été observées au moyen de compteurs à secondes lancés au moment des contacts et comparés aux montres aussitôt après.

» Au moment de l'occultation des taches on n'a pas aperçu de ligament, peut-être à cause de l'état ondulant des images. Le fond des taches semblait toujours plus clair que le bord de la Lune, et l'on apercevait facilement de petites taches, des grains et des facules invisibles lorsque le bord de la Lune en était éloigné.

» Quelques instants avant la totalité les aspérités du bord de la Lune deviennent de plus en plus nettes et au moment du deuxième contact deux grains se détachent des deux cornes; puis le croissant se sépare en de nombreux fragments et disparaît.

» On aperçoit alors, sans verre noir, la chromosphère rose et, un peu à gauche du sommet, un groupe de deux protubérances qui ont l'aspect de flammes hautes et étroites. La lumière réapparaît en un seul point, après une durée de totalité de vingt-six secondes.

» Après le troisième contact, on a aperçu à terre des bandes de diffraction serrées et se mouvant avec rapidité; ce phénomène n'a duré que quelques secondes.

» Voici les heures des contacts :

	Temps de 487 Winnerl.	Temps moyen de Hellin.
	h m s	h m s
Premier contact...........	7.12.52,6	2.50.15,6
Deuxième contact..........	8.28.19,6	4. 5.30,3
Troisième contact..........	8.28.45,6	4. 5.56,2
Quatrième contact.........	9.35.32,5	5.12.32,1

» Les coordonnées du point d'observation sont :

Longitude ouest de Paris	$0^h15^m59^s,8$
Latitude...............................	$+38°18'50''$
Altitude...............................	330^m

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système d'équations différentielles qui équivaut au problème des n corps, mais admet une intégrale de plus.* Note de M. **W. Ebert**, présentée par M. Poincaré.

« Nous considérons le système canonique

(1) $$\frac{dx_i}{dt} = +\frac{\partial F}{\partial y_i}, \qquad \frac{dy_i}{dt} = -\frac{\partial F}{\partial x_i},$$

où

(1') $$F = T - U = \alpha, \qquad U = \sum f\frac{m_i m_k}{r_{ik}},$$

$$T = \frac{1}{2m_1}(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2) + \frac{1}{2m_2}(y_4^2 + y_5^2 + y_6^2) + \ldots.$$

Ce système représente le problème des n corps. $m_1, m_2, \ldots, m_n$ sont les masses des corps, x_1, x_2 et x_3 les coordonnées rectangulaires du premier, x_4, x_5 et x_6 celles du second, etc., rapportées à un système fixe dans l'espace. r_{ik} soit la distance mutuelle des corps i et k.

» Il résulte de (1) :

(1") $$y_1 = m_1\frac{dx_1}{dt}, \qquad y_2 = m_1\frac{dx_2}{dt}, \qquad y_3 = m_1\frac{dx_3}{dt}, \qquad \ldots.$$

» La force vive T est homogène au second degré par rapport aux y et la fonction des forces U est homogène au degré -1 par rapport aux x. On a donc

(a) $$\sum\frac{\partial T}{\partial y_i}y_i = 2T, \qquad \sum\frac{\partial U}{\partial x_i}x_i = -U.$$

» Nous introduisons maintenant à la place de t une autre variable indépendante τ par l'équation

(2) $$\frac{1}{dt} = \frac{U + 2\alpha}{d\tau} = \frac{T + \alpha}{d\tau}.$$

Ces deux définitions sont identiques à cause de (1').

» En tenant compte de ce que T ne dépend que des y et U des x, (1) s'écrit en introduisant dt

(3') $$\frac{dx_i}{d\tau} = +\frac{\frac{\partial T}{\partial y}}{T + \alpha}, \qquad \frac{dy_i}{d\tau} = +\frac{\frac{\partial U}{\partial x_i}}{U + 2\alpha}.$$

Or, ce nouveau système peut s'écrire également sous forme canonique

$$(3)\qquad \frac{dx_i}{d\tau} = +\frac{\partial F'}{\partial y_i};\qquad \frac{\partial y_i}{d\tau} = -\frac{\partial F'}{\partial x_i},$$

où $F' = \log(T + \alpha) - \log(U + 2\alpha) = \text{const.}$

» F' doit être nulle à cause de (1'). Le système (3) est complètement équivalent au système (1).

» En effet, après l'avoir intégré, nous pouvons exprimer les y et x en fonction de τ de même que T ou U, et nous obtenons alors t par une dernière quadrature à l'aide de (2) :

$$t = \int \frac{d\tau}{U + 2\alpha} = \int \frac{d\tau}{T + \alpha}.$$

» L'intégration du problème des n corps (1) revient donc à l'intégration du système (3).

» Or ce dernier système admet une intégrale de plus que le système (1).

» En effet nous multiplions les équations (3') respectivement par y_i et x_i et ajoutons :

$$(4')\qquad \sum \left(y_i \frac{dx_i}{d\tau} + x_i \frac{dy_i}{d\tau} \right) = \frac{\sum y_i \frac{\partial T}{\partial y_i}}{T + \alpha} + \frac{\sum x_i \frac{\partial U}{\partial x_i}}{U + 2\alpha}.$$

» En tenant compte des relations (a) et de (1'), on voit que le second membre de cette équation est égal à l'unité.

» Il en résulte l'intégrale suivante du système (3)

$$(4)\qquad \sum y_i x_i - \tau = c.$$

» Il est évident que (4) ne peut être composée des intégrales connues du problème des n corps, car elle contient τ qui ne peut s'exprimer d'une façon connue en fonction de t, des x et des y.

» Donc, au lieu de traiter le problème des n corps (1), on peut traiter un autre problème (3), admettant une intégrale de plus (4).

» Car pour le système (3) les intégrales des aires et les premières intégrales des centres de gravité subsistent comme pour le système (1). Les secondes intégrales des centres de gravité existent encore, si les premières intégrales des centres de gravité sont nulles, c'est-à-dire, si le système de coordonnées suit le mouvement du centre de gravité.

» La transformation précédente peut aussi être obtenue par les méthodes

de Jacobi. En effet, en écrivant l'équation

$$T - U = \alpha = F$$

sous la forme

$$\log(T + \alpha) - \log(U + 2\alpha) = 0 = F',$$

on obtient le système canonique (3) en regardant cette dernière équation comme équation d'Hamilton et en cherchant le système canonique correspondant. »

MÉCANIQUE. — *Sur le volant élastique*. Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Le volant d'une machine agit avec d'autant plus d'énergie que son moment d'inertie est plus considérable; malheureusement le prix d'acquisition et les frottements sur l'axe augmentent en proportion du poids, ce qui limite pratiquement la grandeur du moment d'inertie. On peut, dès lors, se demander s'il n'y aurait pas avantage à rendre certaines parties du volant mobiles par rapport à la masse principale en les reliant à celle-ci par des ressorts dont la tension variable emmagasinerait, pendant les périodes d'accélération, une fraction du travail en excès pour la restituer pendant les périodes de ralentissement. Cette idée a déjà été émise par l'ingénieur français Raffard, qui prit même, en 1890, un brevet pour l'invention d'un volant, soi-disant isochrone, portant quatre masses satellites guidées à peu près radialement, conjuguées entre elles de manière à neutraliser l'action de la pesanteur, et rappelées par des ressorts. Mais l'inventeur n'a donné, à vrai dire, aucune théorie de son appareil, et surtout, il n'a pas recherché si les oscillations inséparables de la présence des ressorts ne présenteraient pas des inconvénients inadmissibles. J'ai repris la question par le calcul, et voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus.

» Soit A le moment d'inertie de la masse principale. Je suppose, pour simplifier, qu'il y ait une seule masse satellite, de grandeur M, possédant un moment d'inertie a par rapport à son centre de gravité G. J'admets que celui-ci est guidé suivant une droite D, de position quelconque, et rappelé par un ressort en hélice dont une extrémité est fixée en un point de D. Faisons d'abord tourner le volant avec une vitesse constante ω, égale à sa vitesse moyenne de régime. G se place sur D, à une distance R du centre

du volant et la droite OG forme alors avec D un certain angle i. Si nous posons $B = A + a + MR^2$, la quantité B est le moment d'inertie total du volant pour la position considérée de G. Le ressort prend une tension égale à $M\omega^2 R \cos i$. Je désigne par $M\omega^2\rho^2$ le rapport entre la tension du ressort et son allongement; par conséquent, si le volant était maintenu immobile, la masse M à la suite d'un choc effectuerait des oscillations ayant pour période $\frac{2\pi}{\omega\rho}$.

» Imaginons maintenant que le volant soit écarté de l'état de régime par un moment moteur égal à $C \sin r\omega t$, expression dans laquelle C et r sont deux constantes. Quand C est assez petite pour que la vitesse angulaire reste voisine de ω, la variation $\Delta\omega$ est donnée par la formule

$$\omega\Delta\omega = \frac{C}{r} \frac{1 - \cos r\omega t}{B + MR^2 \frac{4\cos^2 i + r^2 \sin^2 i}{\rho^2 - r^2 - 1}}$$

» Si, toutes choses égales d'ailleurs, le ressort était rendu rigide, de manière à immobiliser M dans sa position moyenne, ρ deviendrait infini, et le dernier terme du dénominateur disparaîtrait. L'influence du ressort atténue donc les oscillations pourvu que l'on ait $\rho^2 > r^2 + 1$. En particulier, quand $\rho^2 = r^2 + 1$, la variation de vitesse est supprimée : le travail moteur est entièrement absorbé par le déplacement relatif de la masse auxiliaire. Pour une valeur donnée de r, on se rapproche d'autant plus de l'isochronisme que l'expression $4\cos^2 i + r^2 \sin^2 i$ ou $4 + (r^2 - 4)\sin^2 i$ a une plus grande valeur. On voit que, si $r > 2$, il y a avantage à adopter le guidage radial ($i = 0$); si, au contraire, $r < 2$, le guidage tangentiel ($i = 90°$) est préférable.

» Quelle que soit la loi du moment moteur, on peut, par la formule de Fourier, le décomposer en une série de termes de la forme $C \sin r\omega t$, en prenant convenablement, pour chaque terme, l'origine du temps. Généralement il y aura dans la série un terme prédominant, et c'est surtout en vue de ce terme que devra être fait le réglage. Plus la série renferme de termes sensibles d'un ordre élevé, plus le ressort doit être rigide. J'ajoute qu'en supposant r infiniment petit, on peut, au moyen des mêmes formules, étudier le passage d'un état de régime à un autre sous l'action d'un moment moteur très lentement croissant. La condition $\rho^2 > r^2 + 1$ se réduit alors à $\rho > 1$.

» Pour que la question soit complètement élucidée, il faut encore se rendre compte de l'effet d'une percussion exercée sur le volant pendant

qu'il marche à l'état de régime : on doit, en effet, se préoccuper des oscillations de vitesse qui naîtraient, par exemple, à la suite d'une variation brusque de résistance due à la mise en marche d'un outil. L'étude rigoureuse de ce genre d'oscillations dépend d'une intégrale hyperelliptique. Quand le moment P de la percussion est très petit, l'écart E entre le maximum et le minimum de vitesse est donné par la formule

$$E = \frac{4\,\mathrm{PMR}^2 \cos i}{\mathrm{B}(\rho^2 - 1) + 4\,\mathrm{MR}^2 \cos^2 i}\sqrt{\frac{4\cos^2 i + (\rho^2 - 1)\sin^2 i}{\mathrm{B}(\mathrm{B} - \mathrm{MR}^2 \sin^2 i)}},$$

et la durée T d'une oscillation de vitesse est

$$T = \frac{2\pi}{\omega}\sqrt{\frac{\mathrm{B} - \mathrm{MR}^2 \sin^2 i}{\mathrm{B}(\rho^2 - 1) + 4\,\mathrm{MR}^2 \cos^2 i}}.$$

» On voit que, pour $i = 60°$, l'écart E est nul (au premier degré d'approximation). C'est là un avantage important du guidage tangentiel sur le guidage radial. Pour le cas du guidage radial ($i = 0$), on a simplement

$$E = \frac{8\,\mathrm{PMR}^2}{\mathrm{B}(\rho^2 - 1) + 4\,\mathrm{BMR}^2}.$$

» L'importance de l'écart E diminue donc avec le rapport $\frac{\mathrm{MR}^2}{\rho^2 - 1}$, tandis que la variation $\Delta\omega$ dépend, comme on l'a vu, du rapport $\frac{\mathrm{MR}^2}{\rho^2 - r^2 - 1}$, qu'il faut rendre aussi grand que possible.

» C'est en tenant compte de cette double condition qu'on peut, dans chaque cas particulier, trouver les meilleures valeurs de ρ et de MR^2. »

PHYSIQUE. — *Sur les fonctions électrocapillaires des solutions aqueuses.* Note de M. **Gouy.**

» J'ai déjà montré (¹) que la hauteur h du mercure dans l'électromètre capillaire est liée à la différence électrique $\Delta = \mathrm{L}\,|\,\mathrm{Hg}$ au ménisque (qui n'est connue qu'à une constante près), par une fonction différente pour les divers corps; je puis aujourd'hui en donner un aperçu général. Les mesures (à 18°) sont censées faites avec un tube qui donne 1000^{mm} pour le maximum de h avec une solution normale de H^2SO^4. Les solutions très

[1] *Comptes rendus*, 1er février et 21 mars 1892.

étendues donnent sensiblement la même valeur ([1]), qui appartient donc à l'eau pure; plus concentrées, elles montrent pour certains corps, un relèvement du maximum, et pour d'autres une dépression, qui croissent avec la concentration.

» Les courbes qui représentent cette fonction (Δ, abscisse, h, ordonnée) ont une forme assez complexe ([2]); pour en donner une notion sommaire, je considérerai ici : 1° l'écart ε du maximum de la valeur 1000^{mm}; 2° la *largeur* de la courbe (intervalle en volts entre deux ordonnées égales), qui sera désignée par λ pour l'ordonnée 900^{mm}; 3° la *pente* $\left(\text{valeur absolue moyenne de } \frac{dh}{d\Delta} \text{ entre deux ordonnées de valeurs déterminées}\right)$. Je distinguerai le côté positif de la courbe et le côté négatif; ce dernier comprend les fortes polarisations négatives. Le rapport des pentes des côtés positifs et négatifs, prises à même hauteur et autant que possible de 900^{mm} à 820^{mm}, sera désigné par R ([3]).

» Les courbes sont dissymétriques, la pente étant plus forte du côté positif. Les platinocyanures font exception et donnent la relation inverse ([4]). L'accroissement de la concentration : 1° diminue λ et la largeur à toute hauteur, sauf près du maximum pour les corps où il est relevé; 2° augmente un peu la pente du côté négatif et la diminue le plus souvent du côté positif, de manière à diminuer la dissymétrie. Bien que ces effets de la concentration laissent reconnaître les caractères essentiels des courbes, il convient, pour les comparaisons des divers corps, de prendre des concentrations *équivalentes* ([5]). Dans ces conditions, *le côté positif de la*

([1]) Il est difficile de dépasser la dilution centi-normale pour des expériences complètes, en raison de l'importance que prend la correction exigée par la résistance ohmique de la pointe capillaire, mais la difficulté n'existe pas pour la mesure du maximum, qui peut être faite avec des liquides presque isolants. Ainsi l'alcool méthylique donne 916^{mm}; l'alcool amylique 890^{mm}, l'acide acétique 915^{mm}, l'acétone 908^{mm}, le phénol hydraté 859^{mm}.

([2]) On peut en juger par les valeurs de $\frac{d^2h}{d\Delta^2}$, dont j'ai donné quelques exemples (*Comptes rendus*, 25 novembre 1895).

([3]) Les courbes sont prolongées plus ou moins loin, en raison surtout de l'électrolyse; nous ferons abstraction de ces différences en comparant seulement les parties communes.

([4]) Les nitroferricyanures donnent aussi une pente faible du côté positif, mais le côté négatif n'est pas observable.

([5]) Mieux vaudrait sans doute prendre des concentrations équivalentes en *ions*

courbe et le maximum avec la partie adjacente du côté négatif dépendent presque uniquement de l'anion; le reste du côté négatif varie peu et dépend surtout du cathion. Le point de transition ne peut être fixé exactement; il est d'autant plus bas que le maximum est plus altéré. Les cathions Mg et Li donnent au côté négatif des pentes un peu plus faibles, et AzH^4 des pentes un peu plus fortes que les autres (1); la différence entre les deux peut être estimée à 2 ou 3 pour 100.

» Les effets de l'anion sont au contraire considérables, comme le montre le Tableau suivant, qui donne pour diverses classes de corps en solutions normales (2) les valeurs moyennes (peu différentes des valeurs individuelles) de ε, λ et R, ainsi que les plus grandes valeurs ε' de ε observées avec les solutions saturées de sels très solubles.

	ε.	λ.	R.	ε'.
Bases	— 1	»	»	»
Carbonates	+ 2	1,10	»	+ 42 (K)
Azotates	— 10	1,06	1,2	— 34 (AzH^4)
Azotites	— 6	1,08	1,4	»
Sulfates	+ 2	1,13	1,5	+ 9 (Al)
Sulfites	— 2	»	»	»
Hyposulfites	— 10	0,79	»	— 30 (Na)
Phosphates	+ 3	1,11	1,7	»
Arséniates	+ 2	1,08	2 env.	+ 4 (Na)
Borates	— 1	1,12	»	»
Silico-tungstates	— 14	0,85	»	»
Sulfures	— 78	0,14	très grand	»
Sulfocarbonates	—101	0	2,3	—135 (K)
Sulfotungstates	— 8	0,88	»	»
Chlorures	— 7	0,98	1,9	— 30 (Ca)
Bromures	— 23	0,80	2,0	— 49 (Na)
Iodures	— 65	0,48	1,7	—107 (Na)
Ferrocyanures	+ 1	1,03	2 env.	»
Platinocyanures	— 69	0,65	0,85	— 74 (K)
Nitroferricyanures	— 27	»	»	»
Cobalticyanures	— 17	1,00	»	»

libres; l'énoncé qui suit ne s'appliquerait que mieux, autant que je puis en juger actuellement.

(1) Il s'agit des sels ammoniacaux; l'ammoniaque caustique donne au contraire une pente plus petite et d'autant plus que la concentration est plus grande.

(2) Dans certains cas, le défaut de solubilité a obligé à prendre des solutions un peu moins que normales, mais la différence est peu importante.

	ε.	λ.	R.	ε'.
Sulfocyanates.......	— 45	0,71	1,4	—100 (AzH^4)
Acétates...........	— 4	1,13	1,4	»
Oxalates...........	+ 1	1,10	1,5	+ 6 (K)
Tartrates..........	— 1	1,10	1,5	— 1 (K)

» *Corps exceptionnels.* — L'ammoniaque et son carbonate, l'iodure de cadmium, se distinguent des corps de leur classe. Tandis que les acides non oxygénés se comportent comme leurs sels, les acides oxygénés donnent des dépressions importantes du maximum en solutions un peu concentrées (y compris H^2SO^4 et H^3PO^4, qui donnent des relèvements en solutions étendues), même quand leurs sels se comportent autrement. Dans plusieurs cas, ces particularités accompagnent une ionisation anormale déjà connue, mais la discussion de ces anomalies apparentes sera plus opportune quand ces recherches auront été complétées. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du radium.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Mascart.

« Mme Curie m'a remis un échantillon de chlorure de radium qu'elle a préparé et qui est la partie la plus pure obtenue encore de ce corps si intéressant. Le spectre de sa solution chlorhydrique étendue m'a présenté les raies : 1° des électrodes de platine; 2° un spectre faible du baryum réduit à ses trois raies principales 4554,4, 4130,8 et 3892,2. On voit aussi une trace de 4525,1. La raie 4554,4 est seule notable; 3° Les raies du radium déjà énumérées dans ma Note antérieure de novembre 1899 (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 716). On ne remarque, malgré la faiblesse du spectre du baryum et la force de celui du radium, aucune autre raie qui puisse être attribuée au radium. Cependant deux bandes nébuleuses déjà signalées comme raies nébuleuses faibles s'y font remarquer par leur force devenue considérable. La première commence assez nettement vers 4621,9, son maximum se trouve vers 4627,5. Elle est presque symétrique par rapport à ce maximum et se termine vers 4631,0. Elle doit, ainsi que la suivante (un peu plus forte encore), être brillante à l'œil, car elle est déjà très notable sur les photographies. La deuxième un peu plus forte dégradée vers l'ultraviolet a son début brusque et assez net vers 4463,7, son maximum à 4455,2, la fin du maximum vers 4453,4. Mais une nébulosité décroissante très graduellement se remarque encore ensuite. Elle paraît se terminer vers 4390,0.

» Les raies fortes du radium sont sur ce spectre extrêmement puis-

santes et intenses. Elles atteignent l'égalité avec les plus intenses que j'aie jamais vues, surtout 3814,7, 4340,8 et 4683,2.

» Enfin, d'après l'examen de ces divers clichés, la très faible raie 4364,2 signalée comme appartenant au radium, me semble due au platine ($\lambda = 4364,4$); je ne suis pas certain non plus que la raie 4600,3 (très faible aussi) soit bien due au radium, sans voir à quel autre élément elle pourrait être due.

» Il est remarquable de voir que les caractères spectraux du radium le rapprochent autant que les propriétés chimiques des métaux alcalino-terreux.

» Je n'ai pas examiné à l'œil la portion la moins réfrangible de ce spectre; cet examen eût entraîné une perte trop considérable de cette matière précieuse. L'examen que j'avais fait, cet hiver, du baryum radifère riche en radium y invitait peu du reste; je n'y avais vu qu'une seule raie un peu notable qui pût être attribuée au radium. Cette raie a son λ approximatif égal à 566,5. Elle est de force médiocre et très inférieure à 4826,3 du même corps (voir *loc. cit.*).

» On voit que l'échantillon du chlorure de radium en question pouvait (vu l'extrême sensibilité de la réaction spectrale du baryum) être considéré comme à peu près pur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Solubilité d'un mélange de sels ayant un ion commun* (¹). Note de M. **Charles Touren**, présentée par M. Troost.

« I. *Solubilité de l'azotate de potassium solide dans des solutions de concentrations croissantes de carbonate de potassium.* — Comme dans mes travaux précédents (²), j'ai fait deux séries d'expériences relatives respectivement aux températures de 14°,5 et de 25°,2. Une fois l'équilibre établi, on dose le carbonate dissous à l'aide d'une liqueur titrée d'acide azotique, en employant le méthylorange comme indicateur; puis après avoir transformé tous les sels dissous en azotate, on dose l'azotate total par évaporation.

» Voici les nombres relatifs à la température de 25°,2, exprimés toujours en molécule par litre de solution :

Teneur en carbonate..........	0	0,59	1,35	2,10	2,70	3,58
Azotate dissous..............	3,217	2,62	1,97	1,46	1,14	0,79

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(²) *Comptes rendus*, 2 avril et 7 mai 1900.

» Si l'on marque les points obtenus sur le diagramme utilisé précédemment, on constate qu'ils sont bien au-dessous de la courbe de solubilité de l'azotate dans les solutions de chlorure et de bromure. Mais, ce qu'il faut considérer, c'est la concentration de l'ion commun, Or, à une molécule de carbonate, supposée totalement dissociée en donnant les ions CO^3, K et K, correspondent deux ions K. Il faut donc doubler le nombre de molécules de carbonate dissous pour avoir le nombre d'ions K provenant de ce carbonate, tandis que le nombre d'ions K provenant de l'azotate est égal au nombre de molécules d'azotate dissous. On trouve ainsi les nombres :

Nombre d'ions K provenant du carbonate..	0	1,18	2,70	4,20	5,40	7,16
Nombre d'ions K provenant de l'azotate ...	3,217	2,62	1,97	1,46	1,14	0,79

» Marquons sur le diagramme les points obtenus en portant les nombres de la première ligne en abscisses, et ceux de la deuxième en ordonnées : ils sont sur la courbe représentant la solubilité de l'azotate dans les solutions de carbonate, ou encore l'équilibre entre les trois phases : azotate solide, solution et vapeur.

» On constate cette fois que la courbe de l'azotate et du chlorure, et la courbe de l'azotate et du carbonate, partant du même point sur l'axe des ordonnées, coïncident sur un assez long parcours, les premiers points de la nouvelle courbe se trouvant sur la courbe azotate-chlorure. Mais à partir d'une certaine concentration, les points de la nouvelle courbe sont au-dessous de la première courbe.

» Ceci prouve qu'en fait la dissociation de l'azotate et celle du carbonate ne sont pas complètes. Le chlorure et le carbonate n'abaissant de la même façon la solubilité de l'azotate que pour des concentrations moyennes, ne sont également dissociés qu'à ces concentrations moyennes, mais cela n'a plus lieu aux très fortes concentrations. La remarque qu'avait faite M. Nernst pour des sels très peu solubles, et que j'avais étendue à des solutions assez concentrées, n'est donc plus vérifiée aux très fortes concentrations. On s'en rend compte en admettant, ou bien que la limite de dissociation du carbonate en ses ions CO^3, K et K n'est plus la même dans les solutions très concentrées, ou bien qu'il se produit alors des ions CO^3 K qui n'existaient qu'en très petit nombre dans les solutions plus étendues.

» Comme dans le cas ordinaire où les deux sels ne sont pas isomorphes, le mélange carbonate-azotate de potassium est caractérisé par deux courbes se coupant sous un point anguleux qui correspond à l'équilibre entre les

quatre phases : carbonate solide, azotate solide, solution et vapeur; il y a alors, par litre de solution, $4^{mol},56$ de carbonate et $0^{mol},54$ d'azotate.

» A 14°,5 on trouve les nombres suivants :

Teneur en carbonate......................	0	0,48	1,25	2,58	3,94
Nombre d'ions K provenant du carbonate....	0	0,96	2,50	5,16	7,88
Nombre d'ions K provenant de l'azotate......	2,228	1,85	1,39	0,86	0,64

» La courbe obtenue en portant les nombres de la seconde ligne en abscisses et ceux de la troisième en ordonnées, coïncide d'abord avec la courbe de solubilité de l'azotate dans les solutions de chlorure à 14°,5, puis, aux plus fortes concentrations en carbonate, se trouve au-dessous de celle-ci, d'où l'on tire les mêmes conclusions.

» II. *Solubilité de l'azotate de potassium dans des solutions de concentrations croissantes de bicarbonate de potassium.* — Toutes ces solutions doivent être faites dans une atmosphère de gaz carbonique. Pour cela, chaque flacon bouché et placé dans le thermostat, communique par un tube traversant le bouchon avec un appareil producteur de gaz carbonique. On débouche un flacon, il passe un courant de gaz carbonique qui chasse l'air du flacon; puis après l'avoir bouché, on agite fortement; le courant de gaz carbonique reprend, car l'eau se sature de gaz; on répète l'opération chaque fois qu'on agite les solutions. L'analyse se fait comme pour le carbonate.

» Voici les nombres obtenus :

A 14°,5	Teneur en bicarbonate..	0	0,39	0,76	1,16	1,55
	Azotate dissous.........	2,33	2,17	2,03	1,92	1,81
A 25°,2	Teneur en bicarbonate..	0	0,89	1,33	1,91	»
	Azotate dissous.........	3,28	2,84	2,65	2,45	»

» Le point sur l'axe des ordonnées n'est pas le même que pour le chlorure, car l'azotate est plus soluble dans l'eau saturée de gaz carbonique que dans l'eau pure; j'ai déterminé cette solubilité ci-dessus.

» Dans ce cas, où l'incertitude sur la nature et le nombre des ions est plus grande que dans les cas précédents, la courbe de solubilité obtenue vient se placer assez notablement au-dessus de la courbe relative au chlorure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel acide complexe et ses sels : acide palladooxalique et palladooxalates* (¹). Note de M. **H. Loiseleur**, présentée par M. Troost.

« I. M. M. Vèzes a démontré récemment (*Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 17 mars 1898) que l'acide oxalique transforme le palladonitrite de potassium $Pd(AzO^2)^4K^2$ en un sel, cristallisé en fines aiguilles jaune foncé, et correspondant à la formule $Pd(C^2O^4)^2K^2, 3H^2O$.

» Ce sel, auquel a été attribué le mom de *palladooxalate* de potassium, s'obtient plus aisément encore par une double décomposition entre le chloropalladite de potassium $PdCl^4K^2$ et l'oxalate neutre du même métal (M. Vèzes, *Bull. de la Soc. Chim.*, 3ᵉ série, t. XXI, p. 172; 1899).

» En raison des nombreuses analogies qui existent entre les composés du platine et ceux du palladium, il était naturel de se demander si ce palladooxalate ne pourrait être le point de départ d'une série aualogue à celle des platooxalates si soigneusement étudiés par Söderbaum (*Studier öfver platooxalylföreningar*, Upsala, 1888), et si l'on ne pourrait en déduire un acide comparable à l'acide platooxalique $Pt(C^2O^4)^2H^2 + Aq$ découvert par cet auteur.

» II. Si l'on verse une dissolution concentrée et chaude de palladooxalate de potassium dans une dissolution chaude d'azotate d'argent, on observe la formation immédiate d'un précipité jaunâtre au sein d'une eau mère jaune clair. Cette eau mère, après filtration, laisse déposer par refroidissement des aiguilles jaune d'or agissant sur la lumière polarisée. Quant au précipité, on le redissout dans l'eau bouillante, et la dissolution obtenue laisse déposer par refroidissement des aiguilles jaune d'or, identiques aux précédentes. L'analyse de ces cristaux, desséchés à froid sur du papier à filtre, montre qu'ils répondent à la formule d'un palladooxalate d'argent hydraté :

$$Pd(C^2O^4)^2Ag^2, 3H^2O.$$

Ce sel est très peu soluble dans l'eau ; il exige, pour se dissoudre, environ 180 fois son poids d'eau bouillante et une bien plus forte proportion d'eau froide. Sa dissolution n'est pas très stable ; lentement à froid, plus rapidement à l'ébullition, elle subit une

(¹) Université de Bordeaux, Laboratoire de Chimie minérale de la Faculté des Sciences.

décomposition partielle qui se manifeste par un dépôt noir de palladium à la surface du liquide et sur les parois du vase. Sous l'action de la lumière le sel sec subit à la longue une décomposition analogue; aussi faut-il le conserver dans des flacons noirs.

» III. Si l'on traite une dissolution de palladooxalate d'argent par la quantité strictement équivalente d'acide chlorhydrique, on obtient, après séparation du chlorure d'argent formé, un liquide jaune brun ne précipitant plus par cet acide. Le poids du chlorure d'argent recueilli sur le filtre correspond exactement au poids d'argent contenu dans le sel employé. La liqueur ainsi obtenue est peu stable; elle se décompose lentement avec le temps à la température ordinaire et plus rapidement lorsqu'on la chauffe, surtout lorsqu'elle atteint un certain degré de concentration. Toutefois en l'évaporant dans une étuve de Schlœsing, à une température voisine de 75°, on peut mener l'opération assez rapidement pour concentrer la liqueur jusqu'à saturation sans décomposition sensible et obtenir par refroidissement l'acide palladooxalique cristallisé et pur.

» Si le refroidissement est brusque, ce corps se présente sous forme de petits cristaux en aiguilles fines, d'un jaune clair, groupés de manière à former dans la liqueur de petits flocons neigeux. Si, au contraire, le refroidissement est lent, l'acide se disperse sous forme d'aiguilles assez volumineuses, d'un jaune brun, groupées en faisceaux arborescents en forme d'éventail. Tous ces cristaux agissent fortement sur la lumière polarisée. Ils s'effleurissent lorsqu'on les abandonne pendant un certain temps dans un dessiccateur à chaux vive. Ils sont très solubles dans l'eau, et la solution ainsi obtenue est fortement acide. L'analyse de ce corps conduit à la formule $Pd(C^2O^4)^2H^2, 6H^2O$. Sous l'action de la lumière, l'acide palladooxalique cristallisé noircit à la longue par suite d'une décomposition en palladium, acide oxalique et gaz carbonique. La même décomposition se produit sous l'action de la chaleur. Son acidité a été déterminée à l'aide d'une liqueur titrée de potasse et en prenant comme réactifs colorants la phtaléine et le tournesol : c'est un acide bibasique. Neutralisé par une quantité strictement équivalente de potasse, il se transforme en palladooxalate de potassium.

» IV. La même réaction se produit avec la soude et permet d'obtenir le palladooxalate de sodium. Toutefois, il faut bien avoir soin de ne pas ajouter l'alcali en excès, sans quoi il décompose le palladooxalate ainsi formé avec un dépôt brun d'hydrate palladeux. Si cet accident se produit, on peut y remédier en recueillant cet hydrate et en le traitant par une dissolution concentrée et chaude de bioxalate de sodium ; il se retransforme ainsi en palladooxalate.

» Le palladooxalate de sodium cristallise en forme d'aiguilles jaunes, soyeuses, d'aspect analogue au palladooxalate de potassium. Comme lui, il agit sur la lumière polarisée, mais il est plus soluble dans l'eau. En cristaux plus volumineux, il se présente sous forme de longues aiguilles d'un jaune brun. C'est un sel très efflorescent; abandonnés dans le dessiccateur à chaux vive, les cristaux perdent rapidement leur éclat et deviennent d'un blanc jaunâtre. Ils ont alors pour formule $Pd(C^2O^4)^2Na^2, 2H^2O$.

» En outre des deux méthodes de préparation citées plus haut, on peut l'obtenir directement par l'action du chlorure de sodium sur une quantité équivalente de palladooxalate d'argent dont tout l'argent est précipité à l'état de chlorure.

» On obtient des réactions analogues avec le chlorure de potassium et avec le chlorure d'ammonium.

» V. En neutralisant par la baryte une dissolution froide d'acide palladooxalique, il se produit un sel dont la composition correspond à un composé de palladium plus complexe que ne le serait le palladooxalate normal de baryum : $Pd(C^2O^4)^2Ba$. Mais on peut obtenir ce dernier en versant, par petites portions, du bromure de baryum dans une dissolution froide de palladooxalate de potassium. Il se présente sous la forme d'une poudre d'un blanc orangé très peu soluble dans l'eau. Un litre d'eau bouillante en dissout $0^{gr},5$. Par refroidissement, la liqueur jaune verdâtre ainsi obtenue laisse déposer de petits cristaux jaunes agissant sur la lumière polarisée et groupés en aiguilles. Il correspond à la formule $Pd(C^2O^4)^2Ba, 3H^2O$. Tenu en suspension par agitation dans l'eau bouillante et traité par le sulfate de sodium, il se transforme en palladooxalate de sodium avec précipitation de sulfate de baryum.

» Ces recherches sont actuellement continuées en vue de la préparation d'autres palladooxalates.

» VI. En résumé, quatre corps nouveaux font l'objet de cette Note : l'acide palladooxalique et trois de ses sels, les palladooxalates d'argent, de sodium et de baryum. L'obtention de l'acide palladooxalique mérite d'autant plus de fixer l'attention que c'est le seul acide complexe du palladium découvert jusqu'à ce jour. Depuis les recherches de Rœssler (*Zeit. f. Chemie, neue Folge*, t. II, p. 175; 1886), qui a vainement essayé d'isoler l'acide palladocyanhydrique, le palladium était réputé incapable de fournir des acides complexes et, par là, semblait ne posséder qu'à un très faible degré le caractère métalloïdique que présente si nettement le platine dans la plupart de ses combinaisons. Les faits qui viennent d'être cités montrent qu'il n'en est rien; on peut même observer que ce caractère métalloïdique paraît plus marqué chez le palladium que chez le platine, puisque l'acide palladooxalique s'obtient en cristaux très nets, tandis que l'acide correspondant du platine, l'acide platooxalique, n'a été obtenu par Söderbaum (*Thèse*, Upsal, 1888) que sous la forme d'une masse confusément cristallisée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques osmyloxalates* (1).
Note de M. L. **Wintrebert**, présentée par M. Troost.

« I. L'action d'un excès d'acide oxalique sur une solution potassique du peroxyde d'osmium OsO^4 a fourni l'an dernier à MM. Vèzes (*Procès-*

(1) Université de Bordeaux, laboratoire de Chimie minérale de la Faculté des Sciences.

verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, séance du 29 juin 1899) un sel nouveau, cristallisé en fines aiguilles brunes, agissant sur la lumière polarisée. Au cours de cette réaction, qui est accompagnée d'un abondant dégagement de gaz carbonique, on observe l'apparition dans la liqueur d'une couleur violette caractéristique des solutions d'osmiate de potassium OsO^4K^2. Il était donc à prévoir que cet osmiate pourrait servir aussi de point de départ pour la préparation du même sel.

» L'expérience confirme cette prévision : ajoutons de l'acide oxalique jusqu'à réaction acide à une solution alcaline et concentrée d'osmiate de potassium, la liqueur, légèrement chauffée, passe du rouge foncé au jaune brun clair et fournit bientôt, après refroidissement, les aiguilles brunes décrites plus haut.

» Cette réaction, qui constitue un nouveau mode de préparation du même sel, n'est accompagnée d'aucun dégagement gazeux.

» Il en résulte que dans ce sel l'osmium se trouve au même degré d'oxydation que dans l'osmiate, dérivé du trioxyde OsO^3; et ce résultat confirmant les données de l'analyse directe conduit à lui attribuer la formule

$$OsO^2(C^2O^4)^2K^2, 2H^2O$$

d'un osmyloxalate de potassium hydraté. La réaction qui donne naissance à ce sel peut, d'après ce qui précède, être interprétée comme une réduction du peroxyde à l'état d'osmiate

$$OsO^4 + 2KOH + C^2O^4H^2 = OsO^4K^2 + 2CO^2 + 2H^2O,$$

suivie d'une transformation de l'osmiate en osmyloxalate

$$OsO^4K^2 + 2C^2O^4H^2 = OsO^2(C^2O^4)^2K^2 + 2H^2O.$$

» II. Un osmyloxalate de sodium correspondant au sel précédent s'obtient par un procédé semblable : on porte à l'ébullition une dissolution de peroxyde d'osmium dans une lessive de soude caustique, et on l'additionne d'un excès d'acide oxalique cristallisé, de manière que, après dissolution complète de ce corps, la liqueur soit franchement acide. La solution bouillante passe au bout de quelque temps du rouge brun foncé au jaune brun clair; on la concentre alors fortement et l'on continue l'évaporation dans le vide : il se dépose d'abord du bioxalate de sodium, puis l'osmyloxa-

late apparaît sous forme de cristaux bruns, beaucoup plus solubles à froid que ceux du sel de potassium.

» Ces deux sels alcalins sont peu stables au contact de l'eau; leur solution aqueuse se trouble rapidement en donnant un dépôt noir d'acide osmique :

$$OsO^2(C^2O^4)^2K^2 + 2H^2O = OsO^4H^2 + 2C^2O^4KH.$$

» Cette décomposition est empêchée par la présence, dans la liqueur, d'une petite quantité d'acide oxalique ou d'un oxalate alcalin; les solutions ainsi obtenues se conservent limpides, même à chaud, ce qui permet de faire recristalliser les osmyloxalates.

» Si l'on verse dans une de ces solutions une solution d'azotate d'argent, on observe un léger changement de teinte, la liqueur brune passant au brun verdâtre, et il se dépose de petites houppes cristallines d'un brun verdâtre, paraissant jaunes par transparence et agissant sur la lumière polarisée. C'est le sel d'argent correspondant aux deux sels précédents. Il paraît moins stable qu'eux : souvent la liqueur où il prend naissance, claire au moment du mélange des deux solutions, se trouble au bout de peu d'instants en émettant l'odeur du peroxyde et abandonne une sorte de boue noirâtre formée d'acide osmique et d'oxalate d'argent. A l'état cristallisé et sec, le même sel subit à la longue une décomposition analogue, qui paraît se produire même à l'abri de la lumière.

» III. L'acide chlorhydrique concentré dissout à l'ébullition les cristaux d'osmyloxalate de potassium; il se dégage du chlore, et la solution, concentrée et refroidie, abandonne des octaèdres réguliers rouge foncé de chloroosmiate de potassium.

» Le dosage du chlore mis en liberté dans cette réaction montre qu'elle est représentée exactement par l'équation

$$OsO^2(C^2O^4)^2K^2 + 8HCl = OsCl^6K^2 + Cl^2 + 2C^2O^4H^2 + 2H^2O.$$

» Elle constitue un mode très avantageux de préparation du chloroosmiate à partir du peroxyde d'osmium.

» L'acide bromhydrique concentré donne lieu à une réaction analogue, en fournissant le bromoosmiate $OsBr^6K^2$, récemment décrit par Rosenheim et Sasserath (*Zeit. f. anorg. Chem.*, t. XXI, p. 135; août 1899).

» Par ces propriétés, comme aussi par leur composition, les osmyloxalates se rapprochent de l'osmylsulfite de sodium

$$OsO^2(SO^3Na)^4Na^2 + 5H^2O,$$

étudié par les mêmes auteurs (*loc. cit.*, p. 124). Il y a lieu de signaler l'analogie relative qu'ils présentent avec les sels d'osmyldiammonium, et notamment avec le chlorure

$$OsO^2(AzH^3)^4Cl^2,$$

dont la constitution a été élucidée en 1881 par Wolcott Gibbs (*Amer. Chem. Journal*, t. III, p. 233). Tout en poursuivant l'étude de la série des osmyloxalates, nous nous proposons de rechercher s'il est possible, soit par des doubles décompositions effectuées à partir de ces sels, soit par des réactions analogues à celle qui leur donne naissance, de préparer d'autres dérivés de l'osmium hexavalent appartenant au même type que ceux que nous venons de citer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de divers métaux divisés, platine, cobalt, fer, sur l'acétylène et sur l'éthylène.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« I. *Action sur l'acétylène.* — Dans une Note récente (*Comptes rendus*, séance du 16 juillet 1900), nous avons montré que le nickel récemment réduit peut agir directement sur l'acétylène, soit par destruction vive avec incandescence selon le mécanisme indiqué par MM. Moissan et Moureu, soit par réaction lente, analogue dans une certaine mesure à celle que donne si facilement le cuivre. Avec le platine divisé, aussi bien qu'avec le fer ou le cobalt réduits, cette réaction lente fait à peu près défaut, et le phénomène se borne à la destruction charbonneuse avec incandescence, suivie de l'hydrogénation plus ou moins complète d'une portion de l'acétylène. Cette dernière sera, nous le savons, très aisément réalisée par le noir de platine, facilement à chaud par le cobalt, plus lentement par le fer.

» *Noir de platine.* — Avec du noir de platine capable de réaliser dès la température ordinaire l'hydrogénation de l'acétylène [1], nous n'avons pu obtenir aucune incandescence spontanée dans l'acétylène pur. Mais en chauffant vers 150°, on la produit facilement. Le tube tout entier étant maintenu au-dessus de 150°, le foisonne-

---

[1] Voir notre Note, *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 40.

ment se poursuit régulièrement avec formation de charbon noir léger. Voici l'analyse de l'un des gaz obtenus :

Acétylène	66,2
Benzine	2,8
Éthylène	25,4
Éthane	0,6
Hydrogène	5,0

» L'activité de la destruction est beaucoup moindre qu'avec le nickel : beaucoup d'acétylène y échappe. L'hydrogénation est au contraire fort active, presque tout l'hydrogène produit par l'incandescence est utilisé pour donner de l'éthylène. Quant aux produits liquides condensables, ils sont peu abondants, et à peu près exclusivement aromatiques.

» *Cobalt.* — Avec du cobalt *bien privé de nickel*, réduit au-dessous de 350° et refroidi dans l'hydrogène [1], l'incandescence spontanée dans l'acétylène n'a pu être réalisée, même par un courant très rapide du gaz; mais on la provoque aisément en chauffant un point du tube, et en maintenant vers 200° la température sur toute la longueur du tube, on la conserve très longtemps; comme pour le nickel, le foisonnement parti de l'extrémité antérieure chemine lentement vers l'autre bout. Il y a condensation de liquides jaune verdâtre, qui ne tardent pas à brunir au contact de l'air, et qui ont une constitution peu différente de celle des hydrocarbures fournis par le nickel. Les gaz sont plus riches en hydrogène, et contiennent peu de carbures éthyléniques.

» Dans une expérience, où l'acétylène arrivait avec une vitesse de 46^{cc} par minute, le métal formant une traînée de 35^{cm}, les gaz contenaient pour 100 vol. :

Acétylène	3,1
Benzine et homologues	2,1
Éthane	24,0
Hydrogène	70,8

» Le tube est rempli par une matière *très noire*, formée de charbon à peu près pur dans lequel le cobalt se trouve diffusé : la formation de carbure solide semblable au cuprène n'a lieu que dans des proportions excessivement faibles.

» *Fer.* — Le fer réduit par une action très prolongée de l'hydrogène sur l'oxyde au-dessous de 450° se comporte à peu près comme le cobalt : l'incandescence aisément provoquée et maintenue par un échauffement du tube vers 200°, donne lieu à un foisonnement rapide où prend naissance une matière très noire; c'est du charbon dans lequel le fer se trouve disséminé. Les liquides brun jaunâtre qui se condensent sont surtout aromatiques. Mais les gaz généralement riches en hydrogène contiennent néanmoins peu d'éthane et renferment une forte proportion de carbures éthyléniques.

---

[1] Le métal était très pyrophorique.

» Dans une expérience où le courant d'acétylène était voisin de 46^{cc} par minute, la vitesse à la sortie n'était plus que 16^{cc}, et le gaz recueilli après une heure d'incandescence contenait :

Acétylène	1,7
Benzine	10,6
Carbures éthyléniques	15,6
Éthane	7,2
Hydrogène	64,9

» II. *Action sur l'éthylène.* — Nous avons montré antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 616; 1897) que l'éthylène est rapidement décomposé au-dessus de 300° par le nickel récemment réduit : le métal foisonne beaucoup, et l'on recueille un mélange variable de méthane, d'éthane et d'hydrogène, accompagnés d'une très faible proportion de carbures forméniques supérieurs.

» Traités dans des conditions analogues par l'éthylène au-dessous de 400°, le *noir de platine* et aussi le *cuivre* réduit ne donnent lieu à aucune destruction appréciable. On observe au contraire une action lente mais réelle avec le *fer* ou le *cobalt* réduits.

» *Cobalt.* — Sur du cobalt bien privé de nickel, réduit par l'hydrogène et refroidi dans ce gaz, on dirige un courant d'éthylène pur, absolument privé d'air. Il n'y a aucune réaction à froid, non plus qu'à 200°; mais à partir de 300°, une action lente a lieu, sans modification notable de la vitesse du gaz.

» Dans une expérience où l'éthylène arrivait avec une vitesse d'environ 90^{cc} par minute sur le métal maintenu à 360°, les gaz recueillis contenaient :

Éthylène non transformé	67,4
Éthane	13,4
Méthane	4,4
Hydrogène	14,8
	100,0

» Il n'y avait aucune trace d'acétylène.

» La production d'hydrogène libre et de carbures forméniques n'a pu avoir lieu que par destruction d'une partie de l'éthylène. On a eu

$$31,9C^2H^4 = 14,8H^2 + 13,4C^2H^6 + 4,4CH^4 + 32,6C.$$

» On trouve, en effet, que du charbon s'est déposé sur le cobalt d'ailleurs fortement carburé : mais ce dépôt est lent, et à aucune température inférieure à 450°, on n'observe de foisonnement charbonneux semblable à celui que le nickel fournit dès 300°.

» *Fer.* — Le fer réduit se comporte comme le cobalt, mais avec une activité encore moindre. La destruction de l'éthylène n'est sensible qu'au-dessus de 350°. Vers 380°,

la vitesse du gaz étant voisine de 44cc par minute, la composition du gaz dégagé était

Éthylène	85cc,8
Éthane	4,8 (1)
Hydrogène	9,4

» Environ 12cc d'éthylène, soit seulement le huitième de la quantité totale, avaient été détruits, avec mise en liberté de charbon. On constate, en effet, que le fer est fortement carburé, et dilué par une certaine dose de charbon noir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide paraméthoxyhydratropique.* Note de M. J. BOUGAULT.

« J'ai établi précédemment (2) que l'acide correspondant à l'aldéhyde obtenu par oxydation de l'anéthol avec I et HgO, est l'acide paraméthoxyhydratropique. Pour cela j'ai d'abord démontré expérimentalement la formule $CH^3O \underset{(1)}{-} C^6H^4 \underset{(4)}{-} C^2H^4 - CO^2H$; puis, cette formule ne comportant que deux isomères dont l'un, $CH^3O - C^6H^4 - CH^2 - CH^2 - CO^2H$, est l'acide méthylhydroparacoumarique, j'en ai déduit que l'autre formule, celle de l'acide paraméthoxyhydratropique, $CH^3O - C^6H^4 - CH \langle {CO^2H \atop CH^3}$, appartient à l'acide dérivé de l'anéthol.

» Mais ce n'est là qu'une preuve indirecte, quelque forte qu'elle soit.

» Il manquait, pour lever tous les doutes, la synthèse de l'acide paraméthoxyhydratropique à partir de l'acide atropique, de la même façon que l'on a obtenu l'acide méthylparahydrocoumarique à partir de l'acide cinnamique.

» La synthèse de l'acide paraoxyhydratropique a déjà été réalisée : elle est due à M. Trinius (3). Mais ce savant avait cru faire ainsi la synthèse de l'acide phlorétique, de sorte que ses conclusions sont en contradiction avec un fait que j'ai établi antérieurement (*loc. cit.*) : l'identité de l'acide phlorétique avec l'acide hydroparacoumarique. Il était donc nécessaire de reprendre ce travail pour élucider définitivement la question.

(1) En réalité il se trouve, comme pour le cobalt, une certaine proportion de méthane, qui abaisserait d'une même quantité la dose d'éthane et celle d'hydrogène.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXX, 25 juin et 2 juillet 1900.

(3) *Liebig's Annalen*, t. CCXXVII, p. 262; 1885.

» Je l'ai fait en suivant les indications de M. Trinius. Partant de l'acide atropique, j'ai préparé successivement les composés suivants : acide hydratropique, acide paranitrohydratropique, acide paraamidohydratropique et acide paraoxyhydratropique.

» Voici la marche suivie :

Acide hydratropique : $C^6H^5 - CH\begin{cases}CO^2H\\CH^3\end{cases}$. — On met dans un ballon :

	gr
Acide atropique	10
Eau distillée	100
Amalgame de sodium à 4 pour 100	200

On chauffe au bain-marie bouillant pendant huit heures environ. Au bout de ce temps, le dégagement gazeux s'étant ralenti, on porte à une douce ébullition pendant quatre à cinq heures, en faisant refluer l'eau vaporisée.

» On sépare le mercure, on précipite par HCl. On enlève à l'éther l'acide hydratropique séparé; la solution éthérée est desséchée sur le chlorure de calcium. L'éther, évaporé à l'air libre, abandonne un liquide sirupeux qui est l'acide hydratropique.

» *Acide paranitrohydratropique :* $\underset{(1)}{AzO^2 -} C^6H^4 \underset{(4)}{-} CH\begin{cases}CO^2H\\CH^3\end{cases}$. — L'acide hydratropique est additionné goutte à goutte d'acide azotique fumant, jusqu'à ce que la coloration rouge brun, qui se forme au contact de l'acide azotique, cesse de se produire. On refroidit sous un courant d'eau pendant toute la durée de l'opération. Le mélange est abandonné à lui-même pendant deux à trois heures.

» L'addition de 3 à 4 volumes d'eau produit la précipitation d'un mélange d'acides ortho et paranitrohydratropique sous forme d'une masse gommeuse que l'on sépare par décantation des eaux mères acides. On dilue le mélange des deux acides ortho et para dans un peu d'eau et l'on ajoute de l'eau de baryte concentrée jusqu'à neutralisation à la phtaléine. Tout se dissout. On évapore à siccité au bain-marie, puis on reprend le résidu sirupeux par 1^{cc} ou 2^{cc} d'eau; le sel de baryum de l'acide para cristallise. On ajoute un excès d'alcool absolu qui dissout le sel de l'acide ortho. Le sel de l'acide para est ensuite redissous dans l'eau et additionné de HCl en excès; l'acide se précipite cristallisé.

» J'ai obtenu environ $2^{gr},20$ d'acide paranitrohydratropique pur.

» *Acide paraamidohydratropique :* $\underset{(1)}{AzH^2 -} C^6H^4 \underset{(4)}{-} CH\begin{cases}CO^2H\\CH^3\end{cases}$. — On délaye l'acide paranitrohydratropique dans 20^{cc} d'acide chlorhydrique ($D = 1,18$) et l'on ajoute du zinc en grenailles par petites quantités à la fois. Il se produit une vive réaction. L'acide paranitrohydratropique se dissout peu à peu.

» On évapore alors au bain-marie l'excès d'acide chlorhydrique et l'on obtient un mélange pâteux de chlorure de zinc et de chlorhydrate de l'acide amidé.

» Je n'ai pas isolé l'acide paraamidohydratropique.

» *Acide paraoxyhydratropique :* $\underset{(1)}{OH -} C^6H^4 \underset{(4)}{-} CH\begin{cases}CO^2H\\CH^3\end{cases}$. — Le mélange pâteux obtenu ci-dessus est dissous dans 50^{cc} à 60^{cc} d'eau et additionné de 1^{gr} de nitrite de

soude. On laisse le tout en contact pendant douze heures à froid. Il se produit un dégagement régulier de gaz, en même temps que la liqueur, d'abord incolore, rougit fortement; il se sépare une matière résineuse noirâtre.

» On chauffe ensuite à une douce température (60° à 70°) jusqu'à cessation de dégagement gazeux. On filtre pour séparer la matière noire déposée, et l'on épuise la liqueur à l'éther. Par évaporation à l'air libre, l'éther abandonne l'acide oxyhydratropique souillé d'impuretés très colorées. On reprend par l'eau, on décolore au noir animal et l'on purifie par plusieurs cristallisations.

» Je n'ai obtenu que $0^{gr},20$ à peine d'acide paraoxyhydratropique pur; mais les rendements pourraient être meilleurs, car, à diverses reprises, j'ai sacrifié la quantité pour être plus sûr de la pureté du produit.

» L'acide oxyhydratropique ainsi obtenu fond à 130°.

» M. Trinius avait trouvé 129°, et considérant que ce point de fusion est très voisin de celui (128°) de l'acide phlorétique, dont il avait en vue de faire ainsi la synthèse, il avait cru pouvoir en conclure, sans autre preuve, l'identité des deux acides. Il n'en est rien cependant, et il est facile de le prouver en préparant, comme je l'ai fait, l'éther méthylique de l'acide paraoxyhydratropique.

» *Acide paraméthoxyhydratropique* $CH^3O - C^6H^4 - CH\langle{}^{CO^2H}_{CH^3}$. — Les $0^{gr},20$ d'acide paraoxyhydratropique dissous dans 10^{cc} d'alcool méthylique, sont additionnés de $0^{gr},20$ de soude et d'un excès d'iodure de méthyle. On chauffe au réfrigérant à reflux pendant deux heures. On ajoute 20^{cc} d'eau, on chasse l'alcool par évaporation au bain-marie et l'on précipite par HCl.

» L'acide ainsi obtenu fond à 57°, comme l'acide que j'ai préparé en partant de l'anéthol, tandis que l'acide méthylphlorétique fond à 101°.

» D'un autre côté, en déméthylant par HI l'acide dérivé de l'anéthol, j'ai obtenu un acide fondant à 130° et identique à l'acide paraoxyhydratropique.

» Il suit de là les conclusions suivantes :

» 1° M. Trinius a fait une erreur en identifiant, avec l'acide phlorétique, l'acide paraoxyhydratropique qu'il a obtenu synthétiquement à partir de l'acide atropique;

» 2° Cet acide paraoxyhydratropique est identique avec celui qui provient de la déméthylation de l'acide que j'ai préparé à partir de l'anéthol;

» 3° Enfin, l'acide dérivé de l'anéthol est bien l'acide paraméthoxyhydratropique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'influence de l'acide bromhydrique sur la vitesse de la réaction du brome sur le triméthylène.* Note de M. G. **Gustavson**.

« L'acide bromhydrique possède une propriété remarquable d'exciter la réaction entre le triméthylène et le brome. Quand on fait passer du triméthylène sec dans du brome sec on constate, comme on sait, que l'absorption du gaz est loin d'être complète. Mais si l'on ajoute à ce brome (1) une quantité bien minime d'acide bromhydrique, $HBr5H^2O$, par exemple $0^{cc},3$-$0^{cc},5$ d'acide pour 12^{gr} de brome, l'absorption du triméthylène par le brome devient complète et est suivie par l'échauffement rapide du brome. Toutefois l'énergie de la réaction s'épuise bientôt. Dans l'exemple choisi, ce sont seulement 250^{cc}-300^{cc} de triméthylène qui sont retenus si énergiquement par du brome; plus tard, la réaction s'affaiblit progressivement, la température du brome s'abaisse et beaucoup de triméthylène passe à travers le brome sans être absorbé par ce dernier, quoique la quantité de l'acide bromhydrique ne soit pas diminuée pendant la réaction. La réaction et ses particularités s'expliquent par le fait de la formation des combinaisons de l'acide bromhydrique avec le brome, combinaisons qui sont désignées déjà depuis longtemps par M. Berthelot, et par la dissociation ultérieure, progressive, de ces combinaisons au moyen desquelles le brome agit énergiquement sur le triméthylène. En effet, si l'on agite 12^{gr} de brome avec $0^{cc},3$ d'acide bromhydrique, $HBr5H^2O$, on obtient deux couches superposées; la couche supérieure est constituée par une dissolution saturée de brome dans l'acide bromhydrique et contient pour 18° 4,95 pour 100 HBr. La couche inférieure n'est que du brome presque pur: elle contient seulement 0,1 pour 100 HBr.

» Des expériences faites avec la couche supérieure séparée ont montré que c'est par celle-là que le triméthylène est retenu énergiquement. Or si l'on considère que presque tout l'acide bromhydrique et un excès de brome sont concentrés dans la couche supérieure, on doit conclure que ce sont les combinaisons de l'acide bromhydrique avec le brome, qui déterminent

(1) Le brome employé doit être tout à fait exempt de chlore. Il suffit d'agiter le brome pendant quelques secondes avec l'acide bromhydrique pour le débarrasser de chlore.

la réaction. Dans les premiers moments de réaction ces combinaisons se suivent bien facilement, parce que la couche de dessous abandonne du brome nécessaire pour cela; mais à mesure que la réaction s'avance, des entraves à cette reproduction commencent à paraître. Les bromures naissants se concentrent pour la plus grande partie dans la couche inférieure et l'intervention de ce nouveau dissolvant pour le brome a pour conséquence que la couche supérieure en devient plus pauvre. Cela provoque l'augmentation de dissociation des combinaisons du brome avec l'acide bromhydrique qui sont contenues dans la couche supérieure; ainsi le décroissement de la quantité de ces combinaisons coïncide avec l'affaiblissement de l'énergie de la réaction.

» Du reste le rôle de l'acide bromhydrique dans tous ces procédés n'est pas sans analogie avec le rôle du chlore et du bromaluminium dans les synthèses organiques. C'est toujours la formation des combinaisons directes de ces corps avec les corps réagissants qu'on observe dans les cas analogues et à l'aide desquelles on réussit à expliquer leur influence excitante sur les réactions. L'acide bromhydrique, par exemple, se combinant avec le brome, les propriétés de ce dernier sont changées en ce sens qu'il réagit plus facilement avec le triméthylène qu'à l'état libre. La même explication convient aussi sans doute au cas de M. Auvers ([1]), ce savant ayant observé il y a quelques mois que l'action du brome sur quelques phénols devient en présence de l'acide bromhydrique plus énergique et plus profond.

» Parmi les produits qui prennent naissance dans l'action du brome sur le triméthylène on trouve toujours le bromure de propylène, ce dernier formant environ 10 pour 100 de la somme totale des bromures. L'addition préalable de l'acide bromhydrique au brome ne paraît pas changer la proportion de bromure de propylène formé. Mais en faisant varier les autres conditions de la réaction on observe que la proportion de bromure de propylène indiquée plus haut éprouve des écarts très considérables. Ainsi en présence du bromure d'aluminium la quantité de bromure de propylène formé monte jusqu'à 50 pour 100; au contraire la quantité devient presque nulle quand l'action du brome sur le triméthylène a lieu sous l'influence de la lumière solaire directe.

» Le travail *in extenso* sera imprimé en langue russe. »

([1]) *Berichte d. D. chem. Ges.* t. XXXII, p. 3587.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les solutions organiques du perchlorure de fer* [1]. Note de M. ŒCHSNER DE CONINCK.

« J'ai fait connaître récemment à l'Académie des expériences sur les solutions aqueuses du perchlorure de fer; je viens d'étudier quelques solutions organiques du même sel.

» *a. Solution dans l'alcool à* 95°. — Cette solution très étendue était d'un jaune foncé; le 6 juin, elle a été insolée pendant quatre heures, puis abandonnée à la lumière diffuse jusqu'au 22 juin. Ce même jour, j'ai pu constater nettement la présence de l'aldéhyde, ce qui prouve bien la dissociation du perchlorure de fer en chlorure ferreux et en chlore libre. J'ai ensuite filtré la liqueur sur du noir animal imprégné d'alcool à 95°; au bout de sept filtrations seulement, la liqueur passait incolore, ne précipitant pas par AzH^4SH, mais précipitant nettement par AzO^3Ag. Dans une autre expérience, j'ai filtré sur du noir animal imprégné d'*alcool très étendu*, et il ne fallut que cinq filtrations pour arriver au même résultat.

» Ici, l'influence décomposante de l'eau est bien mise en évidence; mais j'estime que la première expérience s'explique bien aussi en admettant, pour une certaine part, l'action décomposante des 5 pour 100 d'eau existant dans l'alcool employé.

» *b. Solution dans l'alcool méthylique.* — L'alcool méthylique était très pur et ne renfermait pas d'eau; la solution de Fe^2Cl^6, très étendue, était jaune clair. Insolée pendant quatre heures, le 6 juin, elle fut mise en expérience le 23 juin. Le noir animal avait été imprégné du même alcool. C'est à la cinquième filtration que la liqueur décolorée n'a plus précipité par AzH^4SH, tandis qu'elle précipitait encore par AzO^3Ag. En résumé, l'alcool méthylique a agi plus rapidement que l'alcool éthylique à 95°; comme il constitue l'homologue supérieur de l'eau, on comprend qu'il puisse agir dans le même sens.

» *c. Solution dans l'éther acétique.* — Cet éther était neutre. La solution du chlorure ferrique était très étendue et jaune clair; insolée le 6 juin, pendant quatre heures, elle était mise en expérience le 25 juin. Après trois filtrations sur du noir animal imprégné d'éther acétique, la liqueur, tout à fait incolore, ne précipitait ni par le sulfhydrate, ni par le nitrate. On est donc conduit à admettre que le chlorure s'est dissous dans l'éther acétique, que la solution est demeurée intacte pendant l'exposition à la lumière diffuse, et que le noir animal a simplement absorbé le sel de fer.

» *d. Solution dans l'acétone très pure.* — Insolée le 6 juin pendant quatre heures, cette solution a été mise en expérience le 25 juin; le résultat a été le même qu'avec l'éther acétique neutre.

» *e. Solution dans l'acétone du commerce.* — Cette acétone renfermait une certaine proportion d'alcool méthylique, aussi le perchlorure de fer a-t-il été décomposé.

---

[1] Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

» *Conclusions*. — Lorsqu'on filtre les solutions organiques de Fe^2Cl^6 sur le noir animal, dans les conditions qui viennent d'être indiquées, on observe que l'eau, même en faible proportion, exerce une action décomposante qui est activée par le noir animal. L'alcool méthylique agit, dans le même sens, et d'une manière d'autant plus efficace qu'il est en plus forte proportion. Les liquides organiques qui ne renferment ni eau, ni alcool méthylique, dissolvent simplement le sel de fer, et il faut une insolation prolongée pour qu'une décomposition du chlorure se produise ([1]). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la nature des hydrates de carbone de réserve de la fève de Saint-Ignace et de la noix vomique*. Note de MM. **Ém. Bourquelot** et **J. Laurent**.

« Il ressort de nos recherches antérieures ([2]) que les hydrates de carbone de réserve, qui constituent la majeure partie des albumens de fève de Saint-Ignace et de noix vomique, fournissent à l'hydrolyse du mannose et du galactose. On peut faire à ce sujet, et l'observation est applicable aux hydrates de carbone des autres albumens cornés analogues, diverses hypothèses : Ou bien les deux sucres proviennent, dans chaque cas, de l'hydratation d'un seul anhydride qui serait une *mannogalactane,* ou bien ils sont fournis par deux anhydrides mélangés : une *mannane* et une *galactane;* ou bien encore il y a, dans l'albumen, plusieurs mannanes et plusieurs galactanes à poids moléculaires différents, de la même façon que les grains d'amidon seraient composés de plusieurs hydrates de carbone (*dextranes*) diversement condensés ([3]).

» Les expériences exposées ci-dessous, qui se rapportent à la fève de Saint-Ignace et à la noix vomique, paraissent plutôt conduire à considérer la dernière de ces hypothèses comme répondant à la réalité des faits.

([1]) Dans les expériences avec l'alcool fort, j'ai remarqué que le sulfhydrate donnait parfois un très léger précipité noir floconneux, *après plusieurs heures*. J'ai été amené à penser que les liqueurs filtrées renfermaient une combinaison de l'oxyde de fer colloïdal avec l'alcool, analogue aux alcoolates de potasse déjà décrits, combinaison qui serait lentement détruite par le sulfhydrate.

([2]) *Comptes rendus*, séance du 21 mai 1900. Voir aussi : *Association française pour l'avancement des Sciences* (*Congrès de Boulogne*, 18 septembre 1899, 1re partie, p. 256).

([3]) Ém. Bourquelot, *Sur la composition du grain d'amidon* (*Comptes rendus*, 17 janvier 1887).

» *Fève de Saint-Ignace.* — Dans ces expériences on a fait agir, dans les mêmes conditions de temps et de température, des proportions différentes d'acide sulfurique sur un même poids d'albumen broyé, préalablement épuisé à l'aide de l'alcool et desséché à l'air. On a préparé pour cela trois mélanges :

I.	Albumen	15gr
	Acide sulfurique dilué à 1 pour 100	300cc
II.	Albumen	15gr
	Acide sulfurique dilué à 2 pour 100	300cc
III.	Albumen	15gr
	Acide sulfurique dilué à 3 pour 100	300cc

» Ces trois mélanges ont été maintenus à l'autoclave à 110° pendant une heure et demie, puis refroidis, et ramenés au volume primitif par addition d'eau distillée. Le sucre total (calculé en dextrose), puis le mannose et le galactose ont été dosés dans chaque liquide d'hydrolyse en suivant les méthodes précédemment décrites, sans oublier la précipitation par l'alcool des parties non hydrolysées. On a trouvé :

	I.	II.	III.
	gr	gr	gr
Sucre total	6	7,98	8,92
Mannose	1,122	3,27	3,66
Galactose	4,008	4,41	4,62

» On voit de suite, à l'inspection de ces chiffres, que le rapport $\frac{\text{mannose}}{\text{galactose}}$ augmente avec la proportion d'acide sulfurique employé. Le fait paraît encore plus évident si l'on ramène les chiffres à 100 parties du mélange mannose-galactose de chaque essai. On trouve ainsi, en effet :

	I.	II.	III.
Mannose	21,90	42,60	44,21
Galactose	78,10	57,40	55,79

ce qui montre que le rapport ne peut être constant que lorsque la totalité des hydrates de carbone est hydrolysée. La même conclusion découle des expériences suivantes, effectuées d'ailleurs différemment :

» *Noix vomique.* — Dans ces expériences, on a fait varier la durée de l'hydrolyse, les autres conditions : proportion d'acide et température, restant les mêmes. L'albumen de noix vomique avait été, au préalable, débarrassé, autant que possible, des principes solubles dans l'eau et dans l'alcool, puis desséché à l'air.

» Quatre mélanges composés chacun de

Albumen	15gr
Acide sulfurique dilué à 1 pour 100	300cc

ont été ainsi maintenus à la température de 110° : le n° 1 pendant quarante minutes, le n° 2 pendant quatre-vingts minutes, le n° 3 pendant cent vingt minutes et le n° 4 pendant cent soixante minutes. Après refroidissement, on a ramené au volume primitif, précipité les parties non hydrolysées par addition de 1 volume d'alcool, puis dosé le sucre formé, ainsi que le mannose et le galactose. On a trouvé :

	1.	2.	3.	4.
	gr	gr	gr	gr
Sucre total	2,646	6,536	8,097	9,02
Mannose	Traces	0,480	1,260	1,82
Galactose	2,14	5,530	6,630	6,94

» Si nous mettons en évidence le rapport $\frac{\text{mannose}}{\text{galactose}}$ en rapportant les chiffres à 100 du mélange de ces deux sucres, nous trouvons

	1.	2.	3.	4.
Mannose	Traces	7,98	15,96	20,77
Galactose	100	92,02	83,04	79,23

Les variations sont encore plus marquées ici que celles que nous avons observées dans les essais effectués avec la fève de Saint-Ignace. Comme ces dernières variations, elles se comprennent difficilement dans l'hypothèse de l'existence d'un seul anhydride, et même dans celle de deux anhydrides : une mannane et une galactane. C'est pour cela que nous penchons de préférence pour la troisième : existence de plusieurs mannanes et de plusieurs galactanes.

» Au surplus, la façon dont se comportent les albumens de ces deux graines en présence de l'eau montre qu'il n'y a pas homogénéité dans ce qui constitue les hydrates de carbone. Une partie, en effet, est soluble dans l'eau; et cette partie fournit aussi, par hydrolyse, du mannose et du galactose.

» Enfin, lorsque l'on a hydrolysé tout ce qui est hydrolysable par l'acide sulfurique à 3 pour 100 et à 110°, il reste un résidu qui, traité par la méthode Braconnot-Flechsig, ne donne plus de galactose, mais donne encore du mannose. »

ZOOLOGIE. — *Sur les genres* Palythoa *et* Epizoanthus. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. A. Giard.

« J'ai recueilli à plusieurs reprises, sur les côtes de la Corse, à des profondeurs comprises entre 50^{m} et 120^{m}, des colonies d'une curieuse Zoanthidée, commensales de petits Pagures. Ces colonies minuscules ne comprennent, du moins dans mes quatre échantillons, que trois ou quatre zooïdes; deux de ces derniers, plus longs que les autres et se faisant vis-à-vis, ressemblent à deux balanciers chargés de maintenir en équilibre la partie centrale de l'assemblage où le Pagure s'abrite. Les tissus naissants sont disposés en un cœnosarque lamelleux, fortement encroûté de grains de sable. J'ai donné à cet être le nom de *Palythoa paguricola*.

» Ma première opinion à son égard, au début de mes études sur lui, avait été de le placer, à cause de son commensalisme avec des Pagures, dans le genre *Epizoanthus*. Mais, après avoir lu les nombreux travaux publiés sur la famille des Zoanthidées, et dont les auteurs ne s'entendent guère sur les diagnoses des genres, après avoir examiné mes échantillons d'une manière plus complète, je l'ai classé parmi les *Palythoa*. Je l'ai comparé, notamment, aux *Epizoanthus paguriphilus* Verr., aux *Palythoa Swiftii* Duch. et *P. arenacea* D. Ch., que je possède dans ma collection. Sa ressemblance est plus grande avec ces deux dernières espèces qu'avec la première. Par la disposition des cloisons, par celle du sphincter musculaire oral, par l'encroûtement prononcé du mésoderme, les affinités des exemplaires corses sont vers les vrais *Palythoa* et non ailleurs. La question du commensalisme avec des Pagures importe peu. Non seulement plusieurs auteurs, R. Hertwig et Danielssen, par exemple, ont décrit des *Epizoanthus* fixés à des rochers; mais j'ai trouvé, sur les côtes de la Corse, une colonie de *Palythoa arenacea* attachée à une coquille habitée par un Pagure. Le commensalisme ne peut donc être pris pour un caractère différentiel.

» Mais l'étude de cette question m'a conduit plus loin encore. A mon avis, le genre *Epizoanthus* doit disparaître et se confondre avec le genre *Palythoa*. On vient de voir que le fait de l'habitat n'a aucune valeur. Il est également difficile d'attacher une importance à cet autre fait que les colonies d'*Epizoanthus* entourent l'abdomen du Pagure à elles seules, alors que celles de *Palythoa* s'attachent, dans le cas de commensalisme, à une coquille où le Pagure se blottit. En cette association d'une Zoanthidée bourgeonnante et d'un Pagure, le début est forcément la fixation d'une larve de Zoanthidée sur une coquille déjà habitée par le Pagure. Si la coquille est petite, la

Zoanthidée, en grandissant et en bourgeonnant, commence par l'envelopper, puis la déborde et entoure à elle seule le Crustacé qui s'accroît de son côté; peu à peu, pendant cette amplification synchrone, la substance calcaire de la coquille, dont les dimensions sont relativement minimes, disparaît par résorption. Si la coquille est grande, la Zoanthidée se borne à s'étaler sur elle et à occuper une part de sa surface: l'exemple précédemment cité du *Palythoa arenacea* et celui d'une espèce d'*Epizoanthus* (*E. thalamophilus* R. Hertw.) rentrent dans ce cas.

» Plusieurs auteurs ont cherché ailleurs les raisons de distinguer *Epizoanthus* de *Palythoa*. Les uns en voient dans la conformation du cœnosarque, qui unit entre eux les zooïdes; or, une seule espèce de *Palythoa*, *P. arenacea* D. Ch., montre, sur un tel sujet, toutes les combinaisons possibles. Du moment où les représentants d'une même espèce offrent une telle variation de caractères à cet égard, il est difficile d'y trouver les termes d'une différence essentielle entre deux genres. D'autres, notamment Erdmann et R. Hertwig, en trouvent dans la nature du sphincter musculaire oral, de provenance mésodermique chez *Epizoanthus*, et endodermique chez *Palythoa*. Mes recherches m'autorisent à m'élever contre cette assertion; ce sphincter est le même dans les deux genres; il possède, suivant les espèces, des dimensions dissemblables, bien que la diversité soit faible, mais il est toujours placé dans le mésoderme. Enfin, divers auteurs se basent sur la structure différente des tissus mésodermiques du cœnosarque colonial et des colonies de zooïdes. Ces tissus, chez *Epizoanthus*, sont épais, relativement peu encroûtés; ils consistent en une abondante substance fondamentale, de consistance presque cartilagineuse, contenant de nombreux éléments figurés, munis de longs prolongements. Le fait est exact; mais il existe aussi chez *Palythoa*. Le mésoderme, dans ce dernier genre, est plus mince, plus encroûté de grains de sable, mais il présente la même organisation. Récemment encore, R. von Heider a décrit un *Palythoa* nouveau (*P. brasiliensis*). Les figures et les descriptions qu'il donne du mésoderme de cette espèce concordent de tous points avec mes observations personnelles sur *Epizoanthus paguriphilus* Verr.

» En somme, il ressort de cette discussion que le genre *Epizoanthus* doit rentrer désormais dans le genre *Palythoa*. Les caractères que les auteurs lui attribuent n'ont aucune précision. Cette conclusion s'applique aussi, du reste, et pour les mêmes raisons, à trois autres genres : *Gemmaria*, *Corticifera*, et *Parazoanthus*.

» On peut se demander pourquoi les auteurs ont été conduits à subdiviser l'ancien genre *Palythoa*, et à le démembrer ainsi, soit en genres nouveaux, soit en sous-genres. La cause en est dans la multiplicité des espèces créées par eux, et dont la plupart n'existent pas en réalité. Les Actinies simples sont déjà difficiles à déterminer, par suite de la mollesse de leurs tissus, aisément contractiles. La difficulté est plus grande encore pour les Zoanthidées bourgeonnantes. Non seulement leurs zooïdes se contractent, mais encore leurs colonies se modifient suivant les régions où elles s'attachent. De trois larves issues d'un même générateur, si l'une se

fixe à une surface libre et convexe comme l'est une coquille, si une autre s'accole à un faisceau de filaments rigides tels que des spicules d'éponges, si la troisième adhère à un corps rugueux comme un rocher ou un banc de coraux, les trois colonies données par ces larves auront forcément des aspects dissemblables, les conditions de milieu et d'accroissement étant différentes. Les variétés nombreuses du *Palythoa arenacea* démontrent la chose avec évidence. Les auteurs ont souvent créé des espèces pour de simples formes individuelles.

» La question prend ici une importance générale. Il est indispensable, dans les recherches relatives à la détermination et à la classification, de tenir compte de la biomécanique, en prenant ce mot dans son sens le plus large. Créer une espèce pour chaque forme un peu aberrante est commode; subdiviser le genre, lorsque le nombre de ces *espèces individuelles* devient trop grand, est encore aisé. Mais ce n'est point le seul but dans l'étude de la nature. Il convient non seulement de trouver les différences, mais encore d'évaluer leur valeur et de mesurer autant que possible l'influence sur elles des circonstances environnantes. Ce travail est plus long, car il exige la recherche des états successifs de l'individu et des conditions qui l'entourent, depuis ses phases embryonnaires jusqu'à l'âge adulte. Mais il est aussi le seul qui, étant complet, importe vraiment à la Biologie. »

TÉRATOLOGIE. — *La végétation désorientée, processus tératologique.* Note de M. **Étienne Rabaud.**

« Dans une précédente Communication, j'ai eu l'honneur de signaler un processus tératologique [1] très différent par son essence du processus classique de l'arrêt de développement. Voici un second processus auquel est dû, à ma connaissance, la production de trois monstruosités distinctes. Il consiste en une végétation d'un tissu embryonnaire *déjà différencié*, végétation s'effectuant dans une direction inaccoutumée et qui, pour ce fait, mérite le nom de *végétation désorientée*.

» J'ai observé ce processus chez les Omphalocéphales; mais il n'y existe pas à l'état de pureté : il est accompagné constamment par d'autres variations évolutives qui empêchent d'en apprécier la véritable importance. Au cours de recherches d'un autre ordre, j'ai rencontré des embryons de

---

[1] *Les différenciations hétérotopiques, processus tératologiques* (*Comptes rendus*, 2 avril 1900).

poulets chez lesquels l'appendice caudal faisait hernie dans la cavité intestinale, refoulant devant lui la paroi supérieure de cette cavité. En suivant les diverses phases embryonnaires de l'anomalie, j'ai pu me rendre compte de la façon la plus nette qu'il s'agissait d'une prolifération insolite de la moelle coccygienne; celle-ci s'accroît de haut en bas vers l'endoderme, le repousse et s'en coiffe. Pendant que la végétation s'allonge, la moelle coccygienne subit son inflexion normale; par ce mouvement elle entraîne vers le bas une extrémité adhérente de la végétation. Cette dernière devient alors oblique en avant et en bas, elle se loge dans la gouttière intestinale. Plus tard, lorsque cette gouttière se ferme, elle enveloppe le tissu nerveux revêtu d'endoderme. De la sorte, les coupes pratiquées aux dépens de la région postérieure de tels embryons ont très exactement l'aspect de coupes d'Omphalocéphales; chez les uns comme chez les autres, du reste, la succession des phases est très exactement la même.

» La végétation coccygienne se produit un peu en avant de l'extrémité terminale de la moelle; elle ne saurait donc être confondue avec cette moelle elle-même. Du reste, j'ai rencontré quelques individus chez lesquels la moelle caudale et la végétation coccygienne existaient concurremment; par une sorte de balancement, l'accroissement de l'une se faisait aux dépens de l'accroissement de l'autre; lorsque la végétation acquiert un certain volume, la moelle caudale se trouve réduite à un mince tractus et inversement. On rencontre des phénomènes semblables chez les Omphalocéphales : il existe en effet quelquefois, en avant de la végétation céphalique, des différenciations nerveuses, peu considérables il est vrai, mais cependant indiscutables.

» Dans l'un et l'autre cas, la végétation est constituée par un tissu histologiquement identique au tissu nerveux; cependant on ne rencontre jamais de ganglions nerveux dans la poche endodermique qui renferme la végétation, tandis que ces ganglions existent constamment de part et d'autre de la moelle caudale, lorsque celle-ci a pu acquérir une certaine importance morphologique.

» La *végétation désorientée* n'est pas un processus spécial au système nerveux. J'ai eu, en effet, la bonne fortune d'étudier tout récemment un embryon chez lequel la corde dorsale avait proliféré de façon très analogue, de haut en bas, refoulant l'endoderme pour s'en revêtir comme d'une gaine. L'axe médullaire ne présentait aucune altération.

» Cette dernière observation apporte une éclatante démonstration de l'existence du processus végétant; elle lui donne en outre une portée générale qu'on pouvait hésiter à lui reconnaître tant qu'il paraissait limité

à l'une ou l'autre extrémité de l'axe cérébro-spinal. La constatation de ce processus pour un tissu très différent du tissu nerveux nous permet de penser qu'il peut se produire aux dépens des diverses ébauches embryonnaires et qu'il provoque peut-être quelques-unes des monstruosités sur le compte desquelles on ne possède actuellement que les données fournies par l'Anatomie descriptive. Dans les trois cas que je mentionne, la végétation désorientée se dirige en bas vers le feuillet interne; rien ne nous donne le droit de supposer qu'il doive toujours en être ainsi.

» Ce processus est très différent d'une *différenciation hétérotopique*. Celle-ci, en effet, se produit par transformation directe des cellules d'un feuillet, cellules qui dans l'état normal ne devraient point subir une telle transformation. La *végétation désorientée,* au contraire, est le résultat de la croissance insolite d'éléments déjà différenciés suivant le mode ordinaire. »

MINÉRALOGIE. — *Les roches à néphéline du puy de Saint-Sandoux (Puy-de-Dôme)*. — Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Les roches à facies basaltique du puy de Saint-Sandoux (Barneire) diffèrent de toutes celles qui sont actuellement connues dans les divers centres volcaniques du Massif central de la France; j'ai montré, en effet (¹), qu'elles sont formées par des roches compactes à néphéline : *néphélinites à olivine*, *téphrites à olivine*, associées à une roche doléritique très riche en néphéline.

» Les néphélinites et les téphrites constituent au milieu des pépérites des dykes épais (avec sans doute quelques coulées) et des filons minces. Elles ont localement disloqué et soulevé des lambeaux de tertiaire (arkoses, calcaires à potamides et à lymnées) à plus de 100^m de leur altitude normale. Quant à la roche doléritique, elle constitue une sorte d'amas au milieu des néphélinites qu'elle traverse en filons de quelques décimètres ou en minces veinules; il semble que les relations qui lient ces deux roches soient analogues à celles qui unissent certaines pegmatites et les granites qu'elles accompagnent.

» Cette roche doléritique présente de très grandes variations de composition minéralogique et structurale, elle est essentiellement constituée par l'association de grands cristaux de néphéline et d'un minéral du groupe haüyne-sodalite avec de l'augite titanifère, de l'œnigmatite, de

(¹) *Comptes rendus*, 8 mai 1893.

l'apatite, de l'ilménite et parfois un peu d'olivine ; ces éléments sont souvent moulés par des feldspaths constitués par du labrador, généralement cerclé par de l'anorthose. Suivant les échantillons, ces minéraux sont plus ou moins abondants et l'un des deux feldspaths domine sur l'autre. Les types holocristallins sont peu fréquents, il existe d'ordinaire un résidu vitreux plus ou moins abondant, riche en microlites de feldspath non maclé (anorthose ou orthose) filiforme ou cristallitique, associé à des microlites ou des cristallites d'œgyrine, d'augite, d'ilménite, etc. Quand la proportion de verre et de microlites est grande, la roche peut devenir porphyrique, par suite du développement, au milieu de la pâte, de phénocristaux de néphéline (atteignant 1^{cm}), d'augite, d'œnigmatite, etc.

» Au point de vue minéralogique, la roche doléritique de Saint-Sandoux se rapproche à certains égards de la teschénite de Fallagueira (Portugal), que j'ai décrite récemment (1) bien plus que des néphélinites doléritiques de Meiches auxquelles je l'avais tout d'abord comparée. Cette ressemblance est surtout due à l'association de l'anorthose à un plagioclase basique ; les roches de Saint-Sandoux sont cependant caractérisées par la prédominance habituelle de la néphéline sur les plagioclases.

» Au point de vue de la structure elles oscillent entre une *teschénite* grenue et une *téphrite porphyrique*, dans laquelle, à l'inverse de ce qui a lieu pour les téphrites à olivine du même puy, les éléments blancs dominent sur les minéraux ferrugineux.

» Les analyses suivantes ont été effectuées dans mon laboratoire par M. Arsandaux. La perte au feu très élevée de toutes roches, qui ont cependant été choisies parmi les plus fraîches que j'ai étudiées, est due à l'abondance des zéolites produites aux dépens des feldspathoïdes :

» *a*, néphélinite à olivine ; *b*, téphrite à olivine ; *c*, téphrite doléritique porphyroïde ; *d*, teschénite grenue.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*
SiO^2 }	42,9	44,0	47,3	47,0
TiO^2 }			0,5	0,6
Al^2O^3	21,1	16,9	20,5	22,0
Fe^2O^3	3,7	8,6	3,2	3,6
FeO	8,3	8,7	5,1	4,7
CaO	11,6	9,9	6,5	6,1
MgO	5,2	5,9	4,6	4,1
Na^2O	4,2	4,0	3,9	4,0
K^2O	0,7	1,0	1,8	2,1
Perte au feu	3,1	1,9	7,0	6,4
	100,6	100,9	100,4	100,6

(1) *Comptes rendus*, 7 mai 1900.

» La composition chimique de la néphélinite et de la téphrite à olivine présente les caractères habituels de ces roches; les différences peu considérables qu'on remarque quand on les compare l'une à l'autre s'expliquent par leur composition minéralogique extrêmement voisine; elles ne diffèrent, en effet, à ce point de vue, que par la nature des éléments blancs (néphéline seule dans la néphélinite; néphéline et labrador dans la téphrite), ceux-ci étant toujours peu abondants, comparativement aux éléments ferromagnésiens communs aux deux roches.

» Quant à la teschénite, elle se différencie nettement des roches précédentes par une plus grande richesse en silice, en alumine et en alcalis et par un appauvrissement consécutif en chaux, fer et magnésie; les diagrammes construits par le procédé Michel-Lévy mettent en évidence leur remarquable excès d'alumine. Il est intéressant de noter que ces caractéristiques chimiques sont précisément celles des roches du deuxième étoilement du mont Dore, récemment mis en lumière par M. Michel-Lévy, et, en particulier, des types pétrographiques les plus remarquables de cette région, les *basaltes demi-deuil* et les *andésites* (*téphrites*) à haüyne. Mais, tandis que, dans ces dernières roches, la potasse et la soude sont sensiblement en même proportion, à Saint-Sandoux, au contraire, la soude l'emporte d'une façon constante sur la potasse. Il est important, au point de vue de la parenté de ces diverses roches, de rappeler que j'ai décrit autrefois un bloc de *teschénite à olivine* granitoïde trouvé en fragment éboulé dans le ravin de Lusclade, et constituant probablement une enclave homogène du basalte demi-deuil.

» Quant aux néphélinites et aux téphrites à olivine de Saint-Sandoux, par leur richesse en chaux, elles s'éloignent nettement des roches précédentes pour se rapprocher, au contraire, des basaltes de la Limagne, dont elles se distinguent par une plus grande richesse en soude. En terminant, je ferai remarquer que les fragments tachylitiques, constituant les pépérites de la Limagne, sont ordinairement dépourvus de feldspath; leur analogie avec ceux des pépérites de Saint-Sandoux permet de se demander si au moins une partie de ces pépérites ne serait pas à rapporter à des néphélinites plutôt qu'à des basaltes feldspathiques. La vérification chimique de cette hypothèse ne serait possible que par la découverte de pépérites moins altérées que celles que j'ai eues entre les mains. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Les ensablements du littoral gascon et les érosions sous-pyrénéennes*. Note de M. **L.-A. Fabre**, présentée par M. de Lapparent.

« La progression éolienne des sables littoraux qui, depuis plusieurs siècles, recouvrent d'un épais manteau de dunes la côte gasconne, ne s'est jamais ralentie. L'ensablement permanent s'oppose absolument au boisement spontané des dunes littorales. Des observations qui remontent à plus de vingt ans ont signalé la présence d'*anciennes* dunes *boisées* dans la région que les sables recouvrent à notre époque. Il y a donc eu, dans les apports arénacés, des intermittences à la faveur desquelles le boisement spontané des anciennes dunes a pu s'effectuer. Aucune opinion n'a été émise jusqu'ici sur les causes probables de ces intermittences.

» L'origine des sables littoraux gascons a été rattachée à différentes causes : oscillations de lignes de rivages, érosions de vallées côtières sous-marines, déboisements littoraux, démantèlements d'îles sableuses précontinentales; les auteurs se sont tous attachés à une origine neptunienne, sans envisager directement les apports continentaux que recevait nécessairement la côte landaise, jalonnée à ses extrémités par les estuaires de deux grands fleuves montagneux.

» L'étude des vents et des courants marins du golfe et de la côte de Gascogne a fait l'objet de travaux longuement poursuivis et avec un esprit scientifique remarquable (¹). Ils ont établi que les vents dominants portent du large à la côte, sensiblement au sud-est; que parmi les courants, il en existe un, superficiel et d'ordre météorologique, orienté dans la même direction. Ce courant a certainement la plus grande influence sur les apports sableux continentaux; la déclivité très peu accentuée de la plate-forme sous-marine sur laquelle ils s'étalent, l'amplitude d'oscillation des marées qui croît de Biarritz à la pointe de Graves, lui assurent, très au loin de la côte, une action tout à fait prépondérante pour remanier les matériaux évacués par l'estuaire girondin. C'est ainsi que les sables sont alignés sur le littoral en longues flèches du nord au sud et mis aux prises avec les vents qui en édifient les dunes.

(¹) Hautreux, *Côtes des Landes et bassin d'Arcachon; Courants de l'Atlantique Nord*, etc. — J. Thoulet, *La campagne du* Caudan *dans le golfe de Gascogne* (*Ann. de Géogr.*, p. 353; 1896), etc.

» La Gironde expulse par jour, en débit ordinaire, environ 100000 tonnes de vases, soit de 2000 à 5000 tonnes de sables fins [1]; aucune observation n'a été faite pour les temps de crues.

» Le bassin d'Aquitaine est placé d'ailleurs dans des conditions particulièrement favorables au drainage d'apports sableux, dont une grande partie de son réseau extra-montagneux trouve les éléments préparés en vue de l'entraînement torrentiel.

» Les plateaux sous-pyrénéens, anciens cônes fluvio-glaciaires, sont une caractéristique hydrologique, un relai d'activités torrentielles, une source de matières arénacées, absolument remarquables. Une étude physique de la région, sommairement présentée [2], a fait ressortir substantiellement : 1° la constitution de son sol, argilo-caillouteuse et apte à l'érosion, à la surface; essentiellement argileuse et imperméable dans le substratum : le cailloutis est de plus en plus siliceux quand on va des alluvions récentes aux anciennes; 2° l'influence considérable qu'exercent les vents pluvieux océaniens sur l'évolution des réseaux hydrographiques à régime torrentiel.

» Le creusement de larges et très nombreuses vallées a déterminé des abrasions considérables depuis l'époque pliocène; elles se poursuivent de nos jours avec une très grande régularité. L'état de dénudation superficielle du sol, aussi bien que les conditions météorologiques de la région, ne permettent d'entrevoir aucun ralentissement aux apports vaseux et arénacés dont l'accumulation préoccupe à juste titre la population du littoral.

» Les intermittences anciennes de ces apports, et leur permanence actuelle, peuvent s'expliquer en tenant compte de deux faits : l'origine fluvio-glaciaire des plateaux et l'influence de la végétation forestière sur le sol.

» Les glaciers pyrénéens paraissent avoir eu trois phases principales de progression. Chacune d'elles a été suivie, sur les cônes fluvio-glaciaires, d'une période d'érosions puissantes pendant laquelle s'est constitué et a commencé à évoluer un réseau hydrographique. Le drainage des argiles caillouteuses a nécessairement conduit à l'Océan, pendant cette période,

---

(1) Hautreux, *Sables et vases de la Gironde* (*Soc. des Sciences de Bordeaux*, p. 338; 1886).

(2) E. Marchand et L.-A. Fabre, *Les érosions torrentielles et subaériennes sur les plateaux des Hautes-Pyrénées* (*Congrès des Soc. sav.*, 1899 : *Comptes rendus Sciences*, p. 182 à 220, 3 pl.).

des masses vaso-arénacées considérables, jusqu'au moment où, sous l'influence de la végétation forestière, le sol des plateaux s'est progressivement fixé : les dunes du littoral primitif purent alors se boiser à leur tour.

» La glaciation suivante ouvrit une nouvelle rotation des mêmes phénomènes, avec cette modification que le cailloutis fluvio-glaciaire devenant de plus en plus cristallin, et de moins en moins argileux, le produit des drainages se manifesta sous des formes de plus en plus arénacées.

» Ces répercussions, de l'érosion en amont sur les atterrissements en aval, auraient certainement conduit à une période actuelle de *calme* sur la côte, de boisement spontané des dunes littorales modernes, si l'homme, avec une coupable imprévoyance, n'était pas maladroitement intervenu en déboisant systématiquement la région sous-pyrénéenne à laquelle il apportait les bienfaits de la civilisation (¹)! Il y a perpétué un *état torrentiel de plateau* absolument unique et qui ne laisse entrevoir aucune trêve aux périodiques inondations de la plaine d'Armagnac, à l'ensablement constant du littoral, à l'inquiétant envasement d'un de nos plus grands ports français. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence du terrain carboniférien dans la région d'Igli.* Note de M. **Ficheur**, présentée par M. de Lapparent.

« Les documents recueillis dans le trajet de la colonne d'Igli, et à Igli même, par M. Barthélemy, sous-lieutenant au 1er régiment étranger, ont été adressés à M. le général Oudri, qui me les a gracieusement communiqués avec quelques notes de route.

» D'autre part, M. Ravier, Ingénieur des Mines à Oran, m'a adressé un grand nombre de fossiles d'Igli, rapportés par M. le commandant Barthal, de l'Artillerie.

» Ces documents établissent l'existence du terrain carboniférien autour d'Igli et au nord sur la rive droite de la Zousfana jusqu'à une distance d'au moins 80km, au delà de Zaouia Tahtania.

» Les fossiles recueillis sont dégagés de la gangue, mais fréquemment écrasés ou réduits en fragments; d'autres sont empâtés dans un calcaire noirâtre (ce sont des polypiers, bryozoaires et crinoïdes).

(¹) L.-A. Fabre, *Les Landes et les Futaies plantées sur les plateaux des Hautes-Pyrénées* (*Congrès international de Sylviculture de* 1900, *Bull. Soc. Ramond*, juillet 1900).

» Les fossiles les plus abondants et caractéristiques sont *Spirifer* (Syringothyris) *cuspidatus* Martin, qui caractérise en Belgique l'assise de Waulsort du Tournaisien supérieur et se trouve en Angleterre et en Irlande dans le calcaire carbonifère. Avec lui apparaît en abondance un polypier, *Zaphrentis patula* Michelin. En outre, on recueille : *Athyris* cf. *Roissyi* du calcaire carbonifère d'Irlande et de Belgique; Polypiers : *Lithostrotion* cf. *irregulare, Michelinia* cf. *compressa, Alveolites* cf. *irregularis, Alveolites funiculina;* Bryozoaires : *Fenestella membranacea, Fenestella* cf. *retiformis, Fenestella undula;* Crinoïdes (tiges) : *Poteriocrinus, Rhodocrinus* cf. *verus.*

» Toutes ces espèces et la plupart des genres caractérisent le Carboniférien.

» Les *Poteriocrinus* paraissent différents des espèces recueillies par M. Foureau. Quant à l'échantillon de *Rhodocrinus,* il est identique à celui qui a été signalé par M. Pomel, d'après l'exemplaire recueilli par un officier de la colonne Wimpfen en 1870, à l'Oued Guir, à une journée de marche au sud de Djorf-el-Toba. Ce fossile avait été indiqué comme dévonien d'après Goldfuss, mais il appartient au Carboniférien, et l'identité avec les échantillons d'Igli ne peut laisser de doute sur le prolongement de la bande carboniférienne, sur 125^{km} au nord d'Igli, vesrs l'Atlas marocain.

» Des échantillons divers des polypiers ont été recueillis sur plusieurs points de la route de l'Oued Zousfana.

» D'après ces fossiles, cet horizon de l'étage Dinantien, appartenant au Dinantien moyen (Tournaisien supérieur), paraît plus ancien que les assises carbonifériennes signalées jusqu'ici dans l'ouest, d'après le Dr Lenz, où l'assise inférieure est caractérisée par *Spirifer Mosquensis,* et à l'est par M. Foureau, où les couches à *Productus Cora* appartiennent également à un niveau plus élevé.

» Pas d'indices de terrain houiller. Il devient important de suivre ces terrains carbonifériens vers le nord-ouest et vers le sud sur la rive droite de l'Oued Saoura.

» Nul doute que le jeune officier qui a fait des découvertes si intéressantes ne se trouve en mesure à l'automne prochain, si l'expédition se poursuit au sud d'Igli, de recueillir des observations intéressantes.

» Il y a lieu de remercier M. le général Oudri, de Mascara, des indications et surtout des conseils qu'il a donnés à ses officiers au sujet des observations géologiques. La découverte des fossiles pose des jalons très précieux.

» La présente Note est communiquée à l'Académie avec l'autorisation de M. Pouyanne, directeur du Service de la Carte géologique d'Algérie. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'agglutination des globules sanguins par les agents chimiques, et les conditions de milieu qui la favorisent ou l'empêchent.* Note de M. E. HÉDON.

« Lorsque, dans une solution saline isotonique au sérum sanguin, additionnée d'une petite quantité d'acide (minéral ou organique), on mélange quelques gouttes de sang défibriné, on n'observe rien qui ressemble à une agglutination, et les globules se déposent peu à peu sans se réunir en amas. On peut faire varier la quantité d'acide depuis la plus légère trace, incapable de produire la moindre altération globulaire, jusqu'à la dose qui détermine la diffusion de l'hémoglobine, on ne voit point d'agglutination. Il n'en est pas de même dans une solution sucrée. Si l'on répète l'expérience dans une solution de saccharose isotonique, acidifiée par une très faible quantité d'acide (minéral ou organique), les globules sanguins, au bout de peu de temps, s'agglomèrent et tombent rapidement au fond du tube à essai, donnant absolument l'aspect de l'agglutination la plus typique, telle qu'on l'obtient par les substances dites *agglutinines*. Par exemple, 10^{cc} d'une solution de sucre de canne à 7 ou 8 pour 100, acidifiés par $0^{cc},5$ d'acide chlorhydrique centi-normal, constituent un milieu dans lequel trois gouttes de sang défibriné de bœuf s'agglomèrent rapidement en amas. Le phénomène n'apparaît qu'après une période latente de quelques minutes; il est activé par la chaleur. La dose d'acide capable de produire l'agglutination n'est pas indifférente. Il y a une optimum pour une quantité de globules déterminée. Pour des doses trop fortes l'agglutination est entravée ou totalement empêchée. Ainsi 2^{cc} d'HCl centi-normal pour 10^{cc} de solution sucrée est un mauvais milieu d'agglutination pour trois gouttes de sang de bœuf, mais excellent pour dix gouttes. Pour des doses trop faibles, l'agglutination n'apparaît pas, mais telle est la sensibilité des globules de bœuf aux acides, dans une solution de sucre, qu'ils présentent déjà une agglutination marquée dans un tel milieu ne renfermant que $\frac{1}{120000}$ d'acide chlorhydrique ou sulfurique.

» Il y a donc une différence essentielle dans l'action de l'acide sur les globules, suivant le milieu. Une dose d'acide insuffisante pour produire le

moindre effet appréciable sur les globules dans une solution saline détermine leur agglutination dans une solution de sucre. Ceci n'est point particulier au saccharose. Le même phénomène s'observe dans les solutions de glycose, de mannite, de raffinose, d'érythrite, etc., c'est-à-dire de tous les corps de la série des sucres.

» La petite quantité de sérum accompagnant les globules n'est pas nécessaire à la réalisation du phénomène, car des globules de bœuf lavés à plusieurs reprises avec une solution sucrée s'agglutinent de la même manière sous l'action des acides, et même plus activement.

» D'autre part, si, dans une solution de sucre acidifiée, on ajoute une petite proportion d'un sel neutre quelconque (chlorure de sodium, sulfate de soude, fluorure de sodium, etc.) et dont on peut varier l'espèce suivant l'acide employé, les globules ne s'agglutinent point, mais se déposent peu à peu suivant le mode ordinaire dans les solutions salines pures. On peut démontrer dans certaines conditions qu'un sel alcalin et même un sel acide (comme le phosphate de soude monobasique) exercent aussi une action entravante sur l'agglutination par les acides (pour globules de bœuf).

» En un mot, de toutes les expériences particulières sur ce sujet il semble se dégager les faits généraux suivants : 1° dans les solutions de corps non dissociables, non électrolytes, capables de fournir des solutions isotoniques, les acides à très faibles doses produisent le phénomène de l'agglutination des globules; 2° dans les solutions de corps dissociables, électrolytes, les acides ne produisent pas l'agglutination; 3° l'addition d'une certaine quantité d'un corps dissociable suffit pour empêcher l'action agglutinante de l'acide.

» S'il y a réellement une loi générale de cette sorte, nous devons nous attendre à ce qu'un corps non dissociable qui aurait par lui-même une réaction acide devrait posséder la propriété agglutinante. Effectivement les amines acides qui, en solution aqueuse, à une certaine concentration, fournissent des solutions isotoniques, sont agglutinantes. Telles l'asparagine, le glycocolle. Lorsque, dans une solution aqueuse de glycocolle à 2 pour 100, on laisse tomber quelques gouttes de sang défibriné (3 gouttes dans 5^{cc} de solution, par exemple), les globules sont agglutinés presque instantanément, et dans une solution de sucre le glycocolle agglutine encore à la dilution de 0,2 pour 100. Mais l'agglutination est complètement empêchée, si à la solution aqueuse ou sucrée de glycocolle ou d'asparagine on ajoute une certaine proportion d'un sel neutre.

» L'action des sels se manifeste encore avec évidence dans le phénomène de la désagglutination. Quand on secoue fortement le tube à essai dans lequel se produit l'agglutination en milieu sucré acidifié, les gros amas globulaires sont fragmentés mécaniquement en amas plus petits, mais ceux-ci ne se désagrègent pas et se déposent très rapidement à nouveau. Mais il suffit de neutraliser l'acide ou simplement d'ajouter à la solution une petite quantité d'un sel neutre pour, en agitant le tube, dissocier complètement les globules qui, par le repos, se déposent alors peu à peu, comme dans une solution saline pure. Ainsi le rôle du corps dissociable, dans ce phénomène de l'agglutination par les acides, apparaît non seulement dans son action préventive, mais encore dans son pouvoir de dissociation des amas globulaires déjà formés.

» Du reste, ce n'est pas seulement vis-à-vis des acides que les globules se comportent différemment suivant le milieu. D'autres substances coagulant l'albumine (comme le bichlorure de mercure) précipitent, il est vrai, les globules en amas dans les solutions salines; mais elles exercent la même action à de bien plus faibles doses dans les solutions de sucres, et, dans de tels milieux, l'addition d'un sel entrave également l'agglutination.

» Ces phénomènes d'agglutination par les acides en milieux non électrolytes ont été observés avec des globules de bœuf, de lapin, de cobaye. On peut les vérifier aussi avec les globules du chien, en n'employant qu'une faible quantité de sang pour une quantité relativement grande de solution. Mais les globules du chien ont déjà la propriété de s'agglutiner dans les solutions de sucre pures, quand la quantité de sang ajoutée est un peu plus forte, ainsi que vient de l'observer M. Delezenne, et j'ai constaté le même fait pour le sang d'homme. D'ailleurs, ici aussi, l'addition d'un sel empêche l'agglutination. Pour expliquer cette particularité, on peut supposer que le sang de certaines espèces contient en lui-même une substance capable d'agglutiner les globules en milieu non électrolyte et jouant par conséquent le même rôle que celui de l'acide pour les globules d'autres espèces, qui eux ne s'agglutinent point dans les solutions de sucre pures, quelle que soit la dose de sang employé.

» Le phénomène de l'agglutination ayant de grandes analogies avec celui de la coagulation des albuminoïdes, on doit retrouver des faits du même ordre pour les solutions albumineuses; et effectivement, en ajoutant de petites quantités de sérum de bœuf (débarrassé de ses sels par dialyse, de préférence) à des solutions sucrées, on peut démontrer, pour la précipitation et la redissolution des albuminoïdes, que les acides et les sels jouent le même rôle que pour l'agglutination. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'influence des phosphates et de quelques autres matières minérales sur la diastase protéolytique du malt.* Note de MM. A. **Fernbach** et L. **Hubert**, présentée par M. Duclaux.

« Parmi les matières minérales indispensables au développement de tous les êtres vivants, l'acide phosphorique occupe une place capitale : la connaissance de ce fait a conduit, notamment en agriculture, à des applications pratiques considérables. Mais le mécanisme de son action, comme celui de toutes les autres matières minérales, d'ailleurs, reste mystérieux. Comme les phénomènes de la vie cellulaire tendent à être ramenés à des actions de diastases, il est naturel de rechercher si les phosphates ne joueraient pas dans ces actions diastasiques un rôle plus général que celui qui a été parfois signalé, et permettant de relier systématiquement des faits jusqu'ici dispersés et souvent contradictoires.

» L'un de nous a montré, dans un travail publié antérieurement (voir *Comptes rendus,* 25 juin 1900), que, parmi les phosphates des métaux alcalins, les phosphates primaires accélèrent l'action de l'amylase du malt, tandis que les phosphates secondaires, dans les mêmes conditions, la retardent. Les mêmes faits s'appliquent exactement à la diastase protéolytique, ainsi que nous avons pu le constater en étudiant l'autodigestion, à la température de 50°, d'un extrait de malt préparé à froid. Or, la réaction de l'extrait de malt, acide à la phtaléine, alcaline au méthylorange, est celle qu'aurait un mélange de phosphates primaire et secondaire d'un métal alcalin. L'addition d'acide à l'extrait de malt est favorable tant que la neutralité à l'orangé n'est pas atteinte : nous avons pu ainsi quintupler l'activité de la diastase protéolytique par rapport au milieu naturel. Mais, comme pour l'amylase, la moindre quantité d'acide libre ajoutée au delà de la dose nécessaire pour décomposer les sels alcalins à l'orangé devient retardatrice. Les phosphates secondaires des métaux alcalins exercent leur effet retardateur en vertu de cette qualité, et non point en vertu de la nature du métal : les phosphates bibasiques de soude et de potasse, à molécules égales, ont exactement le même effet.

» Les faits que nous venons de signaler peuvent prendre une importance considérable dans les opérations d'isolement et de purification des diastases. Ainsi, le précipité produit par l'alcool dans un extrait de malt

entraîne les sels alcalins à l'orangé en plus forte proportion que les sels acides à la phtaléine, d'où résulte une diminution de l'activité de la diastase protéolytique. Ce fait permet d'interpréter les résultats observés depuis longtemps dans les essais de purification de l'amylase : la variation dans la qualité des cendres influence plus l'activité de la diastase que la diminution de leur quantité. Des phénomènes de ce genre expliqueraient pourquoi certains précipitants conduisent à des résultats plus favorables que d'autres.

» Nous avons montré que l'action favorable des acides sur la diastase protéolytique, dans un extrait de malt, provient de la décomposition des sels alcalins à l'orangé. On peut se demander si d'autres substances capables de décomposer les phosphates secondaires n'emprunteraient pas, elles aussi, à cette réaction un effet favorable, de nature à exalter ou à masquer leur effet propre. Les sels de chaux, de magnésie, d'alumine sont dans ce cas : ils donnent lieu, soit à froid, soit à chaud, avec les phosphates secondaires, à une double décomposition qui élimine de la liqueur une portion de ces phosphates. Pour séparer leur effet propre de celui qu'ils peuvent emprunter à la double décomposition signalée, il est nécessaire de comparer leur action sur la diastase protéolytique d'une part dans l'extrait de malt naturel, qui renferme des phosphates secondaires, d'autre part dans ce même milieu privé de phosphates secondaires par une addition convenable d'acide. L'expérience, conduite de cette manière, nous a montré, par exemple, que le chlorure de calcium, accélérateur de la protéolyse dans un extrait de malt naturel, devient au contraire nettement retardateur dans le même extrait rendu acide à l'orangé. L'interprétation qui nous semble la plus plausible est que le chlorure de calcium a un effet propre retardateur, et qu'il n'emprunte son action favorisante qu'à une double décomposition avec les phosphates bibasiques de l'extrait de malt.

» Les observations qui précèdent ne nous semblent pas limitées à l'extrait de malt et à ses diastases : elles ont une portée plus générale. Un très grand nombre de liquides organiques naturels partagent avec l'extrait de malt la propriété de se comporter vis-à-vis des réactifs colorés comme un mélange de phosphates monobasiques et bibasiques, acide à la phénolphtaléine, alcalin au méthylorange. Tels sont, par exemple, le lait, le sérum sanguin, l'urine, le suc de levure de Buchner, etc. Si l'on songe en outre que tous ces liquides sont constamment le siège de réactions dues à

des diastases et parfois à des toxines, on ne peut pas se refuser à admettre que la concomitance qui existe entre ces diastases et ces phosphates n'est pas purement fortuite.

» Il résulte encore de la présence de ces phosphates, les uns favorisants, les autres gênants, que les diastases, dans leurs milieux naturels, ne rencontrent jamais la réaction optima. Leur action, par contre, bénéficie par là d'une protection contre des changements brusques d'acidité ou d'alcalinité : les phosphates leur servent en quelque sorte de tampon. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La bactériolyse de la bactéridie charbonneuse.* Note de M. G. **Malfitano**, présentée par M. Roux.

« C'est une notion, qui me paraît dès à présent bien acquise, que le protoplasma vivant peut préparer des diastases capables, à un moment donné, de détruire la cellule au sein de laquelle elles ont été produites.

» Les formes de dégénérescence qu'on rencontre dans les vieilles cultures de bactéridie charbonneuse, et la dissolution qu'on observe quand la bactéridie normale est transportée dans des milieux qui ne lui conviennent pas, sont des phénomènes dus à l'action des diastases propres de la bactéridie.

» *Il y a donc une bactériolyse spontanée ou autobactériolyse, et elle est en rapport constant avec la présence de diastase protéolytique dans la cellule.*

» Si l'on racle une culture de vingt-quatre heures sur gélose à 35°, qu'on fasse une émulsion des corps microbiens dans l'eau distillée stérilisée, et qu'on porte celle-ci à une température convenable de 30° à 50°, on voit, au bout de quelques heures, les bactéridies se désagréger et présenter toutes les formes de dégénérescence décrites par les auteurs, jusqu'à ne plus montrer qu'un amas de débris informes.

» Le phénomène est très net, bien que, dans ces conditions, de nouvelles bactéridies puissent se former. Le liquide dans lequel se sont ainsi dissoutes les bactéridies est riche en diastases; il contient surtout une *protéase* (diastase protéolytique d'origine microbienne) assez active.

» Si l'on chauffe, pendant une demi-heure à 65°, l'émulsion fraîchement préparée, les bactéridies, qui sont ainsi très peu altérées, se conservent ensuite indéfiniment.

» La température de 65° détruit rapidement la protéase charbonneuse.

» D'autre part, si dans une émulsion de bactéridies chauffée, et où la bactériolyse n'a plus lieu, on ajoute du liquide frais provenant de la dissolution d'autres bactéridies, on voit, après 24-48 heures à l'étuve à 45°, les bactéridies chauffées se désagréger aussi.

» Il est ainsi évident que l'autobactériolyse se fait par l'action de diastases qui sont contenues dans la cellule, et qui apparaissent dans le milieu après la dissolution de celle-ci. Bien plus, il y a un rapport étroit entre la quantité de *protéase* que les bactéridies peuvent préparer et le phénomène d'autobactériolyse qu'elles subissent.

» Si l'on prépare des émulsions qui contiennent des poids égaux de bactéridies de trois races différentes, le virus et les deux vaccins pasteuriens, on peut remarquer assez facilement que la bactériolyse se fait très rapidement chez la bactéridie virulente, qu'elle est plus lente chez celle du deuxième vaccin, et n'apparaît que plus tard et reste incomplète chez celle du premier vaccin. Les trois liquides, où ces trois races différentes se sont dissoutes séparément, diffèrent aussi beaucoup et dans le même sens par leur pouvoir protéolytique mesuré sur la gélatine.

» J'ai établi encore que la protéase, ainsi que les autres diastases provenant de la bactéridie, ont leur réaction optima au voisinage de la neutralité à la phénolphtaléine, en présence donc de biphosphates. Cela est aussi vrai pour la bactériolyse.

» La réaction de l'émulsion normale est comprise entre l'alcalinité au tournesol et l'acidité à la phénolphtaléine.

» Si l'on ajoute, à des quantités égales d'émulsion, des doses croissantes d'acide phosphorique, on voit qu'à partir d'un certain degré les bactéridies s'agglutinent et se dissolvent plus lentement ou même plus du tout. De petites quantités d'alcali favorisent, et de plus fortes doses gênent l'autobactériolyse.

» On ne sait encore par quel mécanisme intime cet agent de destruction latent dans la cellule entre en action. Les observations qui suivent montrent que c'est au moment où les échanges entre la cellule et le milieu sont troublés que l'œuvre des diastases désintégrantes devient manifeste.

» Si l'on transporte, comme j'ai dit avant, des bactéridies d'une culture sur gélose de 18h-20h dans l'eau distillée, celles-ci dégénèrent très vite et subissent une autobactériolyse complète, le liquide s'est ainsi enrichi des matériaux solubilisés et devient un véritable milieu de culture, de nouveaux bâtonnets y poussent, et les phénomènes de bactériolyse prennent ensuite la marche lente qu'ils ont dans les vieilles cultures.

» Dans le cas où les émulsions sont trop épaisses, il y a un grand retard dans la bactériolyse.

» Dans l'eau physiologique, ces phénomènes sont plus lents à apparaître, mais ils suivent la même marche. Ils deviennent encore plus difficiles à saisir quand on ajoute à l'eau salée des substances nutritives comme la peptone et les albuminates.

» C'est quand on arrête brusquement la vie du protoplasma que la bac-

tériolyse se fait plus rapidement et qu'elle est plus complète. On obtient ce résultat par une action quelconque qui, tout en arrêtant la vie du protoplasma, ne détruit pas l'action de la diastase.

» Des bactéridies, chauffées dix minutes entre 55° et 60°, se dissolvent ensuite plus rapidement que d'autres maintenues normales. Mais, dans ces conditions, il faut aussi compter sur l'action désagrégeante de la température plus élevée, et il est préférable d'avoir recours aux antiseptiques.

» L'action des antiseptiques est variable parce que quelques-uns, comme le sublimé, la formaldéhyde, le cyanure de potassium, tuent le protoplasma, mais arrêtent aussi l'action des diastases; d'autres encore changent la réaction du milieu jusqu'à empêcher la bactériolyse. Ce sont le chloroforme, le xylol, le thymol, qui donnent les meilleurs résultats. J'ai essayé encore la caféine et le glutamate de sodium, ces dernières substances favorisent aussi la bactériolyse, mais d'une manière plus faible que celles que j'ai nommées avant.

» Les faits que je viens d'exposer sont du même ordre et complètent des observations déjà faites par Emmerich et Löw [1] et par Gamaleia [2]. Les deux premiers auteurs ont exprimé, à propos de leurs recherches sur le bacille pyocyanique, la conception même qui se trouve démontrée dans cette Note. Seulement ensuite ils ont fait agir le liquide provenant de la dissolution du pyocyanique sur la bactéridie charbonneuse, et ils décrivent des phénomènes de bactériolyse qu'ils attribuent à la diastase du pyocyanique agissant sur la bactéridie. Pour moi, au contraire, il y a lieu de penser que, dans la *pyocyanase*, la bactéridie charbonneuse trouve des conditions comparables à celles qu'elle rencontrerait dans un milieu additionné d'un antiseptique. D'autre part, M. Gamaleia attribuait, dans ses premières recherches, la dissolution des microbes à l'action de substances telles que la caféine, la caséine et le glutamate d'ammoniaque qui, en se combinant avec un albuminoïde propre de la cellule, formeraient des bactériolysines spécifiques. Il a ensuite pour certains microbes, comme le bacille tuberculeux, employé des ferments digestifs, et enfin, pour la bactéridie charbonneuse, il a reconnu qu'elle contient en elle-même le *composant peptique* de sa bactériolysine.

» Je crois que de mes expériences résulte une conception plus simple des

(1) Emmerich et Löw, *Zeitschrift f. Hygiene*, t. XXXI.

(2) Löw, *Centralblatt f. Bacteriologie*, t. I; 1900.

faits. Et je pense que les substances auxquelles a recours M. Gamaleia ([1]) pour produire la bactériolyse ne doivent agir qu'en la favorisant, comme régulateurs de la réaction, ou en la rendant plus rapide et complète comme font les antiseptiques. »

CYTOLOGIE. — *Sur la fonction du noyau dans la formation de l'hémoglobine et dans la protection cellulaire.* Note de M. **Henri Stassano**, présentée par M. Joannes Chatin ([2]).

« Dans la membrane péri-œsophagienne de la grenouille où j'ai étudié l'absorption du saccharate de fer par les noyaux des cellules endothéliales ([3]), j'ai trouvé que les noyaux des hématies absorbent aussi le fer, avec cette différence que chez ces dernières la chromatine diffuse dans le protoplasma pour se combiner au sel métallique injecté. La coloration verte due à la réaction du ferrocyanure envahit, en effet, tout le protaplasma des hématies et dans beaucoup d'entre elles le noyau s'efface entièrement. Chez les grenouilles refroidies, où tous les phénomènes d'absorption sont peu accusés, les hématies donnent une réaction du fer très atténuée et le contour du noyau y demeure visible.

» Le vert de méthyle (colorant exclusif de la chromatine qu'il colore différemment, depuis le vert et le bleu, jusqu'au violet et au rose, selon que l'acidité de la nucléine diminue ou sa teneur en acide phosphorique s'affaiblit) est un réactif très précieux pour reconnaître cette diffusion du noyau et du suc nucléaire dans le protoplasma. Par le fait de cette diffusion, le protoplasma, qui ne se colore pas à l'état normal, apparaît rose ou violet, et les noyaux se colorent en bleu cobalt au lieu de se colorer en vert comme lorsqu'ils sont en pleine activité et non appauvris en acides nucléiniques.

» L'éosine sert également à constater le mélange du contenu nucléaire avec le protoplasma, de même que la diminution de son acidité résultant d'une nouvelle combinaison contractée; dans les deux cas, qui, peut-être, ne formeront qu'un seul, le noyau se colore franchement par l'éosine.

» Par le carmin, on contrôle la diffusion du noyau : en effet, lorsque celle-ci a eu lieu ou que toute la nucléine s'est combinée à une substance quelconque, le carmin ne colore dans le noyau que quelques grains chromatiques ou rien du tout.

([1]) Gamaleia, *Centralblatt f. Bacteriologie*, 1899. (*Cinquantenaire de la Société de Biologie.*)

([2]) Travail des laboratoires de Physiologie de la Sorbonne et de Toxicologie de la Préfecture de Police.

([3]) *Comptes rendus*, 25 juin 1900.

» Si l'on examine les hématies jeunes, les érythroblastes, des larves de grenouilles de huit à douze jours, on y trouve la chromatine diffusée dans le protoplasma. A cette période, l'hémoglobine commence à se former; les globules vitellins disparaissent, laissant apercevoir le grand noyau des érythroblastes entouré d'une couche mince de protoplasma incolore (¹). La formation de l'hémoglobine dans les hématies jeunes, on le sait, marche de pair avec le rapetissement du noyau qui, dans les mammifères, finit par disparaître. M. Giglio-Toss, en particulier, a étudié la production de la substance hémoglobinogène aux dépens du noyau, et il pense que cette substance « sert à » enlever du plasma sanguin une substance déterminée pour former l'hémoglobine ». La substance empruntée par les granulations d'hémoglobinogène ne peut être que le fer organique circulant dans le sang. L'hémoglobine, d'ailleurs, est, sans aucun doute, une combinaison protéique de fer; l'hémoglobine de l'oie est, d'après Schultze, composée exclusivement de nucléine èt d'hématine.

» En rapprochant les modifications que subit le noyau des hématies, dans l'absorption expérimentale du fer, avec les phases qu'il présente dans l'évolution formative des globules rouges, j'ai été saisi de leur identité.

» Au cours de ces recherches, j'ai constaté que les noyaux des hématies se mélangent aux protoplasmas toutes les fois que les conditions du milieu changent quelque peu, soit à l'égard de l'alcalinité ou de la teneur en sel, soit à l'égard de la température ou de la pression extérieures.

» En examinant les hématies de grenouilles ou d'oiseaux, délayées dans une goutte d'une solution physiologique faible ou additionnée d'une trace d'acide acétique, on voit que beaucoup d'entre elles perdent l'hémoglobine, mais le fait à remarquer c'est que celles qui la gardent ont une bonne partie de leur chromatine diffusée dans le protoplasma. C'est cette observation qui m'a fait envisager, pour la première fois, la diffusion du noyau dans le protoplasma comme un mécanisme de défense de la cellule.

» Metchnikoff a constaté, en poursuivant d'autres recherches, que lorsque les hématies d'oiseaux sont englobées par les leucocytes dans le péritoine du cobaye, la plupart d'elles perdent l'hémoglobine, gardant intact le noyau; celles, par contre, qui la retiennent ont le noyau dissous dans le protoplasma, tout à fait comme dans l'observation précédente.

» Dans les hématies parasitées de tortues et d'oiseaux, j'ai noté aussi une certaine diffusion du noyau, mais dans ce cas la chromatine se porte vers l'entozoaire, en l'entourant dans un cercle, que le vert de méthyle colore ordinairement en rose comme la pyrénine du noyau; dans une hématie parasitée de grenouille, j'ai observé récemment un anneau semblable, mais excessivement large et épais, coloré en bleu dans la

---

(¹) L'extrême fragilité des érythroblastes demande pour les préparer les soins suivants : les têtards vivants sont plongés dans la solution physiologique à $7\frac{1}{2}$ pour 100, essuyés au buvard et coupés en deux dans une goutte d'acide osmique à 1 pour 100; le sang qui en sort est étalé sur les lames, fixé par le mélange d'alcool et éther, à parties égales, et coloré ensuite comme d'habitude.

même nuance que la chromatine restée en place. Les altérations nucléaires que M. J. Chatin a rencontrées, dans les cellules hépatiques atteintes de coccidiose, se rapprochent beaucoup des phénomènes de diffusion que je viens de signaler, et les unes comme les autres doivent être rangés à côté des faits de chromatolyse caractéristiques des intoxications microbiennes et des empoisonnements en général.

» La diffusion du noyau à l'intérieur des hématies dans les grenouilles refroidies revêt aussi, d'une façon très probante, le caractère de protection de la cellule. M. Matruchot a fait récemment connaître des modifications analogues des noyaux des cellules végétales provoquées par le froid, consistant précisément dans la « production, » entre le noyau et le reste de la cellule, de phénomènes de diffusion, amenant à l'in- » térieur du noyau une distension du suc nucléaire ».

» Les changements de la pression, dont j'ai suivi les effets sur les grenouilles, provoquent des modifications dans le même sens à l'intérieur des hématies. Mais si la raréfaction de l'air est trop forte ou rapide, le noyau, au lieu de diffuser dans le protoplasma, se condense à sa périphérie ou éclate en dehors.

» Bottazzi et Ducceschi ont étudié comparativement le degré de résistance à céder l'hémoglobine, des hématies soit nucléées, soit dépourvues de noyaux des mammifères, par rapport aux variations d'alcalinité ou de pression osmotique du sérum, et ils ont constaté que les premières hématies sont beaucoup plus résistantes et, partant, plus indépendantes de ces variations, que les secondes. Les phénomènes de diffusion du noyau, dont les premières seulement sont susceptibles, expliquent la raison de leur résistance et, à la fois, rendent compte de la persistance du noyau, après que l'hémoglobine est formée, dans les hématies des poissons, des batraciens, des reptiles et des oiseaux, animaux exposés sans cesse, et parfois soudainement, aux écarts de température et de pression.

» Chez les mammifères, l'apparition ou le perfectionnement des organes régulateurs de la circulation et de la température mettent les hématies à l'abri des causes de dissolution contre lesquelles elles ne sauraient lutter individuellement par l'absence de noyau. Au contraire, par le fait de cette absence et, par conséquent, par le fait de l'absence d'une quantité notable de nucléine prête à fixer n'importe quelle substance, les hématies sont protégées chez les mammifères contre l'atteinte des produits toxiques circulant dans le sang.

» Les hématies des mammifères sont pourtant encore capables d'absorption, sans quoi, d'ailleurs, elles ne pourraient pas se nourrir. On sait, d'une façon certaine, que les hématies des mammifères retiennent les alexines et la substance sensibilisatrice des sérums hémolytiques. Et je viens de constater la présence d'une trace de mercure dans les stromas complètement débarrassés de leucocytes et d'hémoglobine, provenant de 200^{cc} environ de globules rouges du sang d'un chien injecté avec du sublimé quelques heures avant la saignée. Cette trace de mercure était combinée à la nucléine isolée des stromas rouges en question, vestige du noyau de l'érythroblaste.

» En résumé les observations exposées dans cette Note, avec celles communiquées dans une Note antérieure sur le rôle du noyau dans l'absorption, ramènent les faits expérimentaux d'intoxication des cellules aux phé-

nomènes de la nutrition cellulaire, faisant ressortir que le noyau est, d'un côté, chargé de l'assimilation des matières nutritives élémentaires et, de l'autre, de l'élaboration des substances protéiques, telles que l'hémoglobine, nécessaires aux fonctions complexes de la vie.

» Il résulte de ces mêmes observations que le noyau prend une part aussi très active dans la protection de la cellule, par un mécanisme qui apparaît commun à toutes les cellules, animales et végétales. »

HYGIÈNE. — *Sur le captage et la protection des sources d'eaux potables.* Note de M. **Léon Janet**.

« Le circuit souterrain des molécules d'eau tombant sous forme de pluie et ressortant sous forme de sources comprend trois parties principales.

» Tout d'abord, l'eau, après avoir plus ou moins ruisselé à la surface du sol, s'y infiltre dès qu'elle trouve une zone perméable et descend jusqu'à ce qu'elle arrive à une couche imperméable, qui retient les eaux en formant une nappe souterraine.

» En second lieu l'eau effectue un certain trajet dans la nappe souterraine elle-même, en suivant son gisement géologique.

» Enfin l'eau quitte le gisement géologique de la nappe et gagne la surface du sol où elle forme une source.

» On doit distinguer deux classes différentes de sources. Les unes sont produites par l'intersection de la surface supérieure d'une couche imperméable avec la surface topographique du terrain et émergent généralement à flanc de coteau; je leur donne le nom de *sources d'affleurement;* l'écoulement de l'eau est déterminé principalement par la pente de la couche imperméable qui supporte la nappe. Les autres s'observent à l'intersection de la surface piézométrique de la nappe souterraine avec la surface topographique du terrain, et émergent au fond des vallées; je les désigne sous le nom de *sources de thalweg;* l'allure et la profondeur de la couche imperméable qui retient la nappe ne jouent aucun rôle dans l'écoulement de l'eau, qui est déterminé uniquement par la dépression topographique.

» Le *captage* d'une source d'eau potable consiste à mettre l'eau à l'abri de toutes les contaminations pouvant se produire au voisinage du point

d'émergence, et spécialement dans la troisième partie du circuit souterrain, c'est-à-dire dans le trajet que l'eau effectue entre le gisement géologique de la nappe souterraine et la surface du sol.

» J'estime que l'on doit employer, pour les eaux potables, des méthodes analogues à celles que l'on suit, depuis longtemps, pour les eaux minérales. Celles-ci sont caractérisées, soit par la composition, en raison de la dissolution, dans le circuit souterrain, de substances ne se rencontrant pas dans les eaux ordinaires, soit par la thermalité, qui résulte de ce que le circuit souterrain atteint une grande profondeur, mais les principes qui règlent leur circulation souterraine sont les mêmes que pour les eaux potables.

» Un bon captage d'une source d'eau potable consistera généralement à aller chercher l'eau dans son gisement géologique, au moyen de puits, de forages ou de galeries, en faisant abstraction du point naturel d'émergence.

» La *protection* d'une source d'eau potable consiste à éviter la contamination de l'eau de la nappe souterraine, au point où celle-ci quitte son gisement géologique pour gagner la surface du sol.

» Il faut s'efforcer d'abord de déterminer le *périmètre d'alimentation* de la source, c'est-à-dire la zone dans laquelle une molécule d'eau, tombant à la surface du sol, peut se retrouver au point d'émergence de la source.

» La comparaison du débit de la source et de la tranche d'eau tombant dans la région considérée, même en supposant connu le coefficient d'utilisation à adopter, ne peut donner de résultats que dans le cas fort rare où la source étudiée est l'unique exutoire de la nappe souterraine entière.

» L'étude des degrés hydrotimétriques ne conduit pas à des conclusions plus précises, en raison des grandes variations du degré hydrotimétrique des eaux d'une même nappe souterraine. Il est toutefois intéressant, lorsqu'on dispose d'un nombre suffisant d'observations, de construire le lieu géométrique des points où le degré hydrotimétrique est le même, qui est une courbe que j'appelle *courbe isogradhydrotimétrique;* l'allure des courbes isogradhydrotimétriques de 10°, 20°, 30°, etc., donne des indications précises sur les zones de circulation lente et rapide des eaux dans la nappe souterraine.

» L'examen des variations de température ne peut non plus fournir aucune indication sérieuse à cet égard; celles-ci, généralement minimes, résultent de ce que la durée du parcours souterrain des molécules d'eau

n'a pas été assez grande pour leur permettre de prendre la température du sol.

» Une étude détaillée de la géographie et de la géologie de la région peut seule permettre de déterminer approximativement les limites du périmètre d'alimentation d'une source. Pour les sources d'affleurement, ces limites sont, le plus souvent, déterminées par les plis synclinaux et anticlinaux de la couche imperméable qui supporte la nappe. Pour les sources de thalweg, elles résultent principalement de la position et de la cote des vallées.

» Il convient d'étudier ensuite comment s'opère l'absorption des eaux dans le périmètre d'alimentation. Si tout le périmètre est uniformément perméable, les eaux pluviales s'infiltrent presque immédiatement dans le sol par petits filets, sans ruissellement. Si le périmètre comprend une zone perméable, en aval d'une zone imperméable, les cours d'eau, formés dans la zone imperméable, disparaîtront ou diminueront dans la zone perméable, soit peu à peu, en suivant un lit régulièrement poreux, soit brusquement, en pénétrant dans un gouffre ou *bétoire*. Un bétoire est donc un point d'absorption d'eau, par lequel un courant, d'un débit plus ou moins important, peut gagner rapidement la nappe souterraine.

» Il existe d'autres abîmes, n'ayant plus aujourd'hui de rôle hydrologique actif, mais établissant une communication entre la nappe souterraine et la surface du sol; ils résultent les uns de l'élargissement de diaclases parcourues par les eaux à des époques antérieures, les autres de l'effondrement de cavernes souterraines.

» L'emploi de matières colorantes, comme la fluorescéine, permet, non seulement d'établir la matérialité d'une communication entre un bétoire et une source, mais encore d'étudier la marche de la matière colorante dans toutes les directions à partir du bétoire considéré. Il suffit de disposer d'un nombre suffisant de puits et de sources s'alimentant à la nappe souterraine, et de noter l'apparition de la coloration aux divers points d'observation. Le lieu géométrique des points où la matière colorante arrive dans le même laps de temps est une courbe que j'appelle *isochronochromatique*. En construisant les courbes isochronochromatiques pour des durées de dix, vingt, trente heures, etc., on a une idée très nette de la manière dont s'opère la circulation de l'eau dans la nappe souterraine.

» Les expériences de fluorescéine établissent bien la matérialité d'une communication, mais non son danger, les bactéries pouvant être arrêtées

là où la fluorescéine avait passé. Pour le démontrer, il faut recourir à l'emploi de microrganismes inoffensifs, ne se trouvant pas dans les sources, et d'une dimension analogue à celle des principales bactéries pathogènes.

» On remédiera à la situation en s'opposant à l'engouffrement de grandes masses d'eau dans les bétoires, et empêchant les abîmes de servir de décharge publique.

» Les puits absorbants, dans lesquels on envoie directement à la nappe souterraine les eaux résiduaires de certaines exploitations agricoles ou industrielles, sont de véritables bétoires artificiels, particulièrement dangereux, en raison de la nature des eaux qu'ils reçoivent, lorsqu'ils se trouvent dans le périmètre d'alimentation de sources utilisées pour l'alimentation publique.

» Quant aux fosses d'aisances, fumiers, cimetières, il est impossible de songer à les supprimer dans tout le périmètre d'alimentation, à moins d'en faire un désert. Tout ce que l'on peut espérer obtenir, c'est que les matières usées subissent dans le sol une filtration suffisante, avant d'arriver à l'ouvrage de captage. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUILLET 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

INAUGURATION DU MONUMENT ÉRIGÉ A LAVOISIER, PAR UNE SOUSCRIPTION INTERNATIONALE,

SOUS LE PATRONAGE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Le 27 juillet 1900.

DISCOURS DE M. BERTHELOT.

« MONSIEUR LE MINISTRE,

» MESSIEURS,

» La cérémonie à laquelle nous vous convions aujourd'hui, sous les auspices de l'Institut de France, de la Ville de Paris et du Gouvernement de la République, est un témoignage éclatant de l'état de la civilisation de notre siècle et de la reconnaissance des hommes pour ceux qui se sont dévoués à les servir. En effet, la gloire de Lavoisier est une gloire pure, fondée uniquement par de grandes découvertes scientifiques qui ont transformé à la fois les connaissances générales de l'esprit humain sur la

constitution du monde, enrichi l'industrie des peuples modernes dans des proportions pour ainsi dire illimitées, et concouru par là même à l'affranchissement intellectuel, moral et matériel des peuples : telle est l'œuvre de la science moderne. Ces titres de gloire sont ceux de ses représentants les plus élevés, Galilée, Newton, Leibnitz, Lavoisier. Le rapprochement de ces noms montre que toutes les nations concourent à l'œuvre commune : aucune à cet égard ne saurait prétendre au monopole de la science pure ou de la science appliquée.

» Lavoisier a bien mérité des hommes, au point de vue philosophique, parce qu'il a établi la loi fondamentale qui préside aux transformations chimiques de la matière; il en a bien mérité au point de vue pratique, parce que cette loi est devenue la base des industries innombrables fondées sur ces transformations et la source des règles de l'hygiène et de la thérapeutique qui en découlent : Lavoisier est l'un des grands bienfaiteurs de l'humanité! Voilà pourquoi est érigée la statue qui se dresse en ce moment sous vos yeux, cette œuvre de notre célèbre sculpteur Barrias; voilà ce qui a fait le succès de la souscription internationale, à laquelle ont concouru les savants des deux hémisphères : Allemands, Anglais, Américains, Russes, Italiens, pour se borner aux plus nombreux, tous les peuples se sont joints aux Français pour rendre ce témoignage public de leur reconnaissance et de leur admiration; témoignage mérité par les découvertes dues au génie de Lavoisier, et qui ont tant concouru à accroître le patrimoine commun de l'humanité. Je dois d'abord en remercier les représentants des nations réunis devant cette statue, érigée sur l'une des grandes places de la Ville de Paris.

» C'était là un honneur réservé autrefois aux hommes de guerre et aux hommes d'État qui ont ensanglanté la surface de la terre, trop souvent sans aucun profit durable pour la nation dévouée à leur fortune ; aussi le philosophe ne saurait-il envisager leur œuvre qu'avec une profonde tristesse. Aujourd'hui les peuples plus éclairés commencent à mettre au premier rang la renommée des savants, des penseurs et des artistes. L'avenir, ayons-en la ferme confiance, continuera à grandir la mémoire des hommes qui ont servi la race humaine, et à rejeter dans l'ombre les êtres de sang et d'intrigue qui l'ont asservie et plongée dans le malheur.

» Ce sont les travaux de Lavoisier dont il convient de parler ici. Ils se rapportent à une découverte fondamentale dont ils dérivent tous, celle de la constitution chimique de la matière, et de la distinction entre les corps pondérables et les agents impondérables, tels que la chaleur, la

lumière, l'électricité, dont les corps pondérables subissent l'influence. La découverte de cette distinction a renversé les anciennes conceptions, qui dataient de l'antiquité et qui s'étaient perpétuées jusqu'à la fin du siècle dernier. Quatre éléments, répondant aux divers états physiques des corps, la terre, l'eau, l'air et le feu, constituaient, disait-on autrefois, toutes les substances existant dans la nature. En associant ces éléments en différentes proportions et par des voies diverses, on devait pouvoir produire tous les corps et les transformer les uns dans les autres; de là les opinions régnantes au moyen âge sur la transmutation des métaux. A la vérité, les expériences prolongées des savants sérieux n'avaient jamais réussi à établir en fait cette transmutation, pas plus qu'elles n'y ont réussi de nos jours. Mais les préjugés sont tenaces, surtout lorsqu'ils demeurent appuyés sur des idées mystiques.

» Une erreur non moins capitale que la transmutation était celle de la variabilité de poids des corps soumis à l'influence de la chaleur, variabilité constatée en apparence par l'observation courante et universelle; précisément comme l'avait été l'opinion du mouvement du Soleil autour de la Terre : je veux dire que la variabilité du poids des corps semblait constatée en Chimie par l'usage de la balance, usage constant depuis les origines les plus lointaines de notre Science. C'est en effet une erreur des plus singulières, quoique fort accréditée, que l'assertion d'après laquelle l'usage de la balance en Chimie daterait seulement de la fin du siècle dernier. En réalité, cet usage figure déjà dans les écrits chimiques rédigés il y a seize cents ans. Il était dès lors courant en Chimie, aussi bien que dans la pratique des métiers : on le voit représenté sur les monuments de l'ancienne Égypte. Ainsi, de tout temps, tout le monde avait observé qu'une multitude de corps soumis à l'action de la chaleur perdent de leur poids et disparaissent; ce qui arrive, par exemple, aux corps combustibles d'usage universel, tel que le charbon, les huiles, les matières organiques. De là cette opinion, fondée sur l'évidence la plus apparente, et qui a eu cours jusqu'au temps de Lavoisier, à savoir que la matière pesante peut se transformer en chaleur et disparaître, tandis que la chaleur, au contraire, peut être fixée, dans des conditions inverses, et devenir matière visible et pondérable. Observons qu'on ne supposait par là aucune création : le principe fondamental que « rien ne se perd et rien ne se crée » a toujours été proclamé comme l'une des bases de la Science depuis l'antiquité; mais les éléments seuls, tels qu'on les reconnaissait alors, étaient regardés comme invariables.

» Les opinions qui précèdent ont donné lieu à bien des systèmes et notamment à celui du phlogistique, imaginé par Stahl au commencement du XVIIIe siècle, lequel semblait établir des liens réguliers entre la plupart des phénomènes chimiques attribuables à l'action de la chaleur : les corps combustibles étaient réputés riches en phlogistique, ou chaleur fixée, dont l'élévation de la température déterminait le départ.

» Tel était l'état de la Science vers 1772, au moment où parut Lavoisier. Dix années lui suffirent pour la transformer de fond en comble. Il établit en effet, par les expériences les plus précises, une distinction capitale et méconnue avant lui, entre la nature des corps que nous connaissons et la chaleur et autres agents susceptibles de les modifier : c'est la distinction entre les corps pondérables et les agents impondérables, chaleur, lumière, électricité, agents dont l'intervention ne change rien au poids des premiers corps.

» Deux causes avaient concouru à déterminer l'erreur de ses prédécesseurs : d'abord l'intervention des gaz, à peine entrevus autrefois, et que l'on ne savait guère peser et distinguer les uns des autres avant le XVIIIe siècle; et en second lieu l'ignorance de la composition de l'air et de celle de l'eau, réputés jusque-là des éléments indécomposables.

» Certes, un seul homme n'aurait pu suffire à l'ensemble des recherches qui ont établi l'existence des propriétés des gaz, ainsi que la constitution de l'air et de l'eau. Sous ce rapport, il est incontestable que Lavoisier a profité des travaux partiels de ses prédécesseurs et de ses contemporains. Mais il eut le mérite capital d'en démontrer les liaisons et d'en donner la véritable interprétation : c'est là son œuvre géniale. Montrons-en la portée et le véritable caractère.

» D'après les apparences, la matière du charbon, celle du soufre, celle des huiles, semblent disparaître pendant la combustion, et se dissiper au sein de l'atmosphère : les combustibles paraissent ainsi perdre leur qualité pesante et se transformer en chaleur. Au contraire, pendant la calcination des métaux, ceux-ci augmentent de poids; phénomène moins apparent, car il exige des mesures exactes. Quelques observateurs les avaient faites; mais ils se croyaient autorisés à en conclure que la chaleur employée à calciner les métaux se transformait en ce moment en matière pondérable.

» Telles sont les deux questions fondamentales auxquelles s'attacha Lavoisier. Sa première découverte consista à établir, par des expériences exactes, la véritable signification des phénomènes de la combustion des

corps combustibles et de la calcination des métaux. Il démontra que l'air intervient, dans tous les cas, par un élément pesant qui y est contenu, et dont l'addition explique l'accroissement de poids des métaux calcinés, accroissement égal à la perte de poids éprouvée par l'air. Ce même élément pesant de l'air concourt, en brûlant le charbon, le soufre, les huiles, à former des composés gazeux, dont Lavoisier détermina également le poids. Il établit ainsi, ce qui n'avait jamais été fait avant lui, que la matière des corps pesants conserve un poids invariable dans la suite des métamorphoses chimiques; la chaleur et les autres agents du même ordre n'interviennent jamais, ni pour augmenter, ni pour diminuer le poids des corps originels. Cette distinction fondamentale entre la matière pondérable et les agents impondérables est l'une des plus grandes découvertes qui aient été faites; c'est l'une des bases des sciences physiques, chimiques et mécaniques actuelles.

» Lavoisier la poussa plus loin, en nous faisant pénétrer plus avant dans la constitution même de la matière pondérable. Il reconnut, en effet, que celle-ci se présente à nous, dans toutes les expériences connues, comme constituée par un certain nombre d'éléments indécomposables, ou corps simples, qui s'ajoutent ou se combinent entre eux pour former tous les corps composés. Ces éléments subsistent intacts, en nature et en quantité, à travers toute la série des métamorphoses innombrables que les corps simples ou composés subissent au cours des actions tant naturelles qu'artificielles, je veux dire celles que provoque l'art des laboratoires. Le poids de chacun des éléments demeure ainsi constant, aussi bien que celui de l'ensemble de leurs composés.

» C'est là une nouvelle vérité fondamentale, vérité empirique, constatée pour toutes les actions exercées par les forces connues jusqu'à ce jour, quels que puissent être les systèmes et conceptions relatifs à l'unité de la matière et les réserves théoriques concernant les possibilités ignorées de l'avenir. Or ces forces, ces agents, comprennent et surpassent infiniment les ressources de tous ceux auxquels avaient recours les alchimistes du moyen âge : d'où cette conclusion que la croyance à la transmutation des métaux, à la pierre philosophale, en tant que réalisées autrefois, n'a jamais reposé que sur des illusions et des chimères, parfois mystiques, trop souvent charlatanesques.

» Ces deux lois fondamentales de la nature : distinction entre les corps pondérables et les agents impondérables, et invariabilité de nature et de poids des corps simples une fois établies, Lavoisier en tira aussitôt les

conséquences les plus importantes sur la composition des acides et des oxydes métalliques, sur la composition de l'air, sur celle de l'eau, sur la composition des matières organiques, sur le rôle de la chaleur en chimie, sur la chaleur animale, enfin sur la nature de la respiration en physiologie.

» Il est nécessaire de les résumer brièvement ici, avant de montrer quelles ont été les suites de ces découvertes dans le cours du XIX[e] siècle, comment elles sont devenues le point de départ à la fois des idées théoriques des chimistes, des physiciens et des physiologistes modernes, et la base des applications les plus fructueuses pour l'humanité en hygiène, en médecine, en agriculture et dans les industries, aujourd'hui innombrables, qui sont fondées sur les transformations chimiques de la matière.

» Rappelons d'abord que Lavoisier, toujours appuyé sur la mesure du poids total des corps, tant solides ou liquides que gazeux, découvrit et prouva le rôle décisif de l'oxygène dans la formation des oxydes métalliques et dans celle de la plupart des acides : il établit par là le caractère véritable du phénomène de la combustion, et il en déduisit la composition, jusque-là ignorée, de l'acide carbonique, la nature simple du carbone, du soufre et du phosphore, dont les propriétés expliquèrent les faits attribués naguère au phlogistique, tandis que l'oxygène, l'hydrogène et l'azote prenaient le rôle chimique attribué naguère à la chaleur. Enfin il reconnut la composition générale des matières organiques; toutes ces relations, démontrées par des expériences exactes, lui sont dues exclusivement.

» Quelle part propre doit être attribuée maintenant à Lavoisier dans la découverte capitale de la nature composée de l'air et de l'eau, découverte à laquelle il concourut avec Priestley et Cavendish? C'est ce qu'il serait trop long d'expliquer ici en détail : il suffira de dire qu'il écarta seul de la composition de l'air et de l'eau la notion erronée du phlogistique, maintenue par ses contemporains.

» Toutes ces découvertes, accumulées dans la courte durée d'une dizaine d'années, et accomplies avec une ardeur et une énergie inexprimables, n'ont pas été la simple constatation de faits isolés : c'étaient au contraire les conséquences logiquement déduites et expérimentalement démontrées des deux lois fondamentales dues au génie de Lavoisier. Ainsi les chimistes et les physiciens passèrent subitement de la notion des éléments antiques, envisagés jusque-là comme des corps substantiels, à une interprétation qui les transforma en de pures qualités phénoménales, d'ordre physique et non chimique, je veux dire la solidité, la liquidité, la gazéité, représentant trois états fondamentaux de la matière, dont sont

susceptibles en principe tous les corps simples ou composés. C'est à cette occasion que Lavoisier, dans un passage mémorable, annonça l'existence de l'air liquide, que nous avons vue réalisée de nos yeux. Quant au quatrième élément, il répondait à la chaleur, appelée aussi calorique, et réputée fluide impondérable. Il ne restait plus qu'un pas à faire pour dépouiller à son tour la chaleur de sa qualité substantielle, c'est-à-dire pour l'envisager, ainsi que Laplace le faisait déjà en 1780 et que nous le faisons aujourd'hui, comme la force vive des molécules pesantes.

» Je n'insisterai pas davantage sur les conceptions et les expériences de Lavoisier relatives à la chaleur, à sa mesure, et à son rôle en Chimie. Mais on ne saurait passer sous silence, en raison de son importance capitale en physiologie et en médecine, la découverte géniale qu'il fit des causes de la chaleur animale et du mécanisme chimique de la respiration. Lavoisier y fut conduit, comme toujours, en suivant avec une constance invariable les conséquences de ses premières découvertes sur la combustion. S'il est vrai que la chaleur dégagée dans les phénomènes chimiques soit, dans la plupart des cas, le résultat d'une combustion, il doit en être de même, pensa-t-il, de la chaleur animale. Or, à cette époque, l'origine en était complètement méconnue. Cependant Priestley avait observé que l'oxygène est par excellence l'élément respiratoire de l'air introduit dans les poumons; l'air qui en sort est d'ailleurs chargé d'air fixe, d'après Black. Ces faits étaient connus, mais on ne les avait ni rapprochés entre eux, ni rapprochés de la production de la chaleur animale; ce fut Lavoisier qui en tira les conséquences, découvrant comme toujours les véritables liaisons des phénomènes.

» S'il y réussit, c'est parce qu'il avait établi la vraie composition de l'air fixe, en tant que formé par la combinaison du carbone et de l'oxygène, — d'où le nom d'acide carbonique, — et c'est en outre parce qu'il avait reconnu la vraie composition élémentaire des matières constitutives du corps des animaux; c'étaient les deux données essentielles pour l'intelligence des faits observés. Appuyé sur ces données, Lavoisier déclare que la respiration animale est une combustion lente de ces matières par l'oxygène de l'air, combustion qui engendre l'acide carbonique, en développant en même temps cette chaleur propre qui maintient le corps de l'homme à une température presque constante.

» Toute la machine animale est subordonnée à ce phénomène, au moins chez les animaux supérieurs, et il établit entre la plupart des fonctions fondamentales un enchaînement dont les causes et le mécanisme étaient

demeurés jusque-là ignorés. En effet, les aliments introduits pour la nutrition sont assimilés par là à des combustibles : la digestion les élabore, de façon à faire pénétrer les produits qui en résultent dans le sang. D'autre part, la respiration fait pénétrer dans les poumons et, par suite, dans le sang l'élément comburant emprunté à l'air, c'est-à-dire l'oxygène nécessaire pour brûler ces divers composés. L'oxygène d'une part, les produits dérivés des aliments de l'autre, et les composés qui en résultent sont ainsi mis en présence, par le jeu de la circulation, dans toutes les parties du corps; de là résultent à la fois une combustion et un dégagement de chaleur, l'un et l'autre partout accomplis; l'acide carbonique est engendré par cette combustion et il se dégage dans les poumons.

» Tel est l'enchaînement général des phénomènes reconnus par Lavoisier, sauf quelque hésitation sur le lieu même de cette combustion. Il est certain qu'il exprime les causes fondamentales de la chaleur animale et montre l'origine directe de cette consommation incessante d'énergie, nécessaire à l'entretien de la vie. Ici, comme dans les autres parties de ses travaux, Lavoisier a établi les points de départ de la Science moderne.

» J'ai exposé l'œuvre de Lavoisier, il convient maintenant d'en retracer à grands traits les conséquences, tant dans la Chimie pure que dans ses multiples applications. Je serai bref à cet égard; car un semblable tableau, pour être complet, exigerait que nous parcourrions l'histoire de la plupart des Sciences physiques pendant le XIXe siècle. Il faut cependant insister : ce serait donner une idée incomplète et mutilée de l'œuvre d'un tel savant, si l'on n'en montrait pas la suite.

» La notion de l'invariabilité du poids des corps simples domine aujourd'hui toute la Chimie : c'est cette notion qui est notre guide le plus sûr et qui nous permet de suivre chaque élément, à travers les changements en apparence les plus divers, pour le retrouver à la fin dans son intégrité.

» Telle est la base scientifique de toutes nos équations chimiques de composition et de constitution, l'origine de cette algèbre nouvelle et singulière qui avait frappé, dès l'origine des travaux de Lavoisier, les mathématiciens de son temps. La théorie atomique moderne n'aurait pu se constituer, tant que l'intervention de la chaleur et des agents analogues dans la formation des corps pesants était regardée comme un axiome. C'est également le fondement solide de toutes nos analyses. Enfin les industries les plus diverses, et spécialement celles qui mettent en œuvre les métaux usuels aussi bien que les métaux rares, y ont trouvé un point d'appui et une certitude qui leur servent de guide perpétuel dans leurs

opérations. La balance des profits et des pertes en Chimie appliquée repose sur cette grande loi, continuellement invoquée.

» En particulier le rôle véritable de l'air et de l'eau dans les phénomènes chimiques n'a été clairement connu que depuis les travaux de Lavoisier. J'ai dit tout à l'heure comment ce savant a rendu compte de la formation des acides et des oxydes métalliques par l'intervention de l'oxygène et de la réduction des oxydes métalliques par le charbon; c'est également suivant les mêmes idées, c'est-à-dire par la décomposition de l'eau, qu'il a expliqué le dégagement d'hydrogène résultant de l'action des acides sur un grand nombre des métaux. Or les actions oxydantes et réductrices, ainsi comprises pour la première fois, sont devenues d'une application continuelle dans nos grandes fabriques d'acides, d'alcalis, de matières colorantes, odorantes, thérapeutiques, ainsi que dans nos exploitations minérales et métallurgiques. A un empirisme aveugle et timide a succédé dès lors une technique assurée, de jour en jour plus hardie, parce qu'elle voit clairement le lien entre ses points de départ et ses résultats. J'en pourrais citer des exemples innombrables dans l'histoire des industries du XIXe siècle; mais il convient d'abréger.

» Les conséquences des nouvelles idées en agriculture n'ont pas été moins importantes, quoique plus lentes à se développer. On a constaté tout d'abord et dès le temps de Lavoisier, mais d'après lui, cette différence essentielle entre la composition chimique des végétaux et celle des animaux, les uns étant formés principalement par trois éléments, le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, tandis que les autres renferment en outre de l'azote. Les animaux vivent aux dépens des végétaux brûlés dans leurs tissus par l'action lente de l'oxygène; seuls les végétaux forment la matière organique aux dépens des éléments de l'eau et de l'acide carbonique de l'air : vérités fondamentales qui n'ont pu être découvertes qu'en s'appuyant sur les notions nouvelles dues à Lavoisier. Elles sont devenues les bases de l'agriculture pratique. Les conditions où celle-ci doit s'exercer, la théorie des engrais et des assolements, celle de la fixation de l'azote atmosphérique par certaines terres, la nécessité de restituer au sol arable les éléments enlevés par les récoltes, les règles auxquelles on doit se conformer dans l'élève des bestiaux, tout cela est appuyé sur les faits et les idées établies à la fin du XVIIIe siècle relativement à la constitution des corps simples et composés.

» La Physiologie, l'Hygiène et la Thérapeutique n'en ont pas tiré de moindres lumières. On a déterminé par là le bilan de l'alimentation de

l'homme et des animaux, c'est-à-dire quelle nourriture il convenait de leur donner pour entretenir leurs forces suivant la nature des occupations et travaux, et cela, sans qu'il y ait ni un déficit dans les aliments indispensables, déficit amenant un affaiblissement progressif, ni un excédent d'autres aliments, produisant le trouble dans la maladie. La connaissance de la composition de l'air et des proportions favorables ou nuisibles à la respiration et à l'hématose, la composition des eaux potables et celle des eaux minérales, les effets chimiques des médicaments sur les divers organes, et les conditions de leur élimination, le rôle chimique des matières septiques et antiseptiques, toutes ces questions ont pu être abordées à la lumière des nouvelles idées et avec le concours des méthodes qui en étaient la conséquence. Je pourrais dire aussi les applications de ces idées à la connaissance des matières explosives, qui jouent un si grand rôle dans l'industrie des mines et dans l'art de la guerre. Rappelons encore les résultats que l'on a su tirer des nouvelles théories chimiques dans un ordre en apparence tout à fait étranger et différent; je veux dire les études historiques et archéologiques, fondées sur l'analyse chimique des monuments et des restes des civilisations d'autrefois. Mais je m'arrête dans cette énumération des conséquences qui ont été tirées depuis cent ans des notions nouvelles mises en circulation par Lavoisier.

» Ici se présente une réflexion nécessaire. Je ne veux nullement prétendre que Lavoisier soit l'auteur personnel et direct du vaste ensemble de découvertes qui viennent d'être énumérées; mais il est certain que c'est lui qui a établi la base solide sur laquelle l'édifice chimique moderne a été établi, et sans laquelle ces découvertes n'auraient pu être faites; c'est lui qui a élevé le flambeau lumineux des vérités que nous invoquons tous les jours, et pour cela il est juste et équitable de lui faire revenir une partie de la gloire des inventions de la Science et de l'Industrie modernes.

» Je ne crois pouvoir mieux terminer ce discours qu'en reproduisant quelques paroles de Lavoisier lui-même publiées dans les *Mémoires de l'Académie* en 1793. Ces paroles montrent quel sentiment profond ce grand génie avait du rôle et des devoirs de la Science et de la solidarité humaine : « Il n'est pas indispensable, pour bien mériter de l'humanité » et pour payer son tribut à la Patrie, d'être appelé aux fonctions » publiques qui concourent à l'organisation et à la régénération des » empires. Le physicien peut aussi, dans le silence du laboratoire, exercer » des fonctions patriotiques; il peut espérer par ses travaux diminuer la » somme des maux qui affligent l'espèce humaine, augmenter ses jouis-

» sances et son bonheur, et aspirer ainsi au titre glorieux de bienfaiteur
» de l'humanité. »

DISCOURS DE M. H. MOISSAN,

SECRÉTAIRE DU COMITÉ DE LA STATUE DE LAVOISIER.

« MONSIEUR LE MINISTRE,

» MESSIEURS,

» Comme Secrétaire du Comité de la statue de Lavoisier, j'ai un devoir agréable à remplir : celui de remercier les donateurs généreux qui ont bien voulu nous aider à dresser ce monument.

» Du reste, la tâche du Comité a été des plus faciles. Notre appel a été entendu de tous; il semblait que chacun voulût réparer un oubli personnel, et beaucoup de nos souscripteurs s'étonnaient que Lavoisier n'eût pas encore de statue.

» Il est vrai que Dumas avait déjà rendu justice à notre grand chimiste en réunissant et en publiant l'ensemble de ses travaux. La statue pouvait ne venir que plus tard. Il est des gloires hâtives qu'il faut s'empresser de représenter en marbre ou en bronze pour que nos fils puissent ne pas en perdre le souvenir. Lavoisier pouvait attendre. L'importance de ses vues philosophiques était telle que cent années ont passé sur son œuvre sans en détruire la grandeur et l'harmonie. Sa mémoire était bien certaine de survivre un siècle plus tard parmi les philosophes et les penseurs. La portée et la vigueur de ses idées furent même si grandes que ses admirateurs sont plus nombreux aujourd'hui qu'ils ne l'étaient pendant sa vie. Heureux les novateurs dont l'œuvre grandit ainsi avec le temps.

» Notre souscription ne pouvait être qu'internationale. Tous les peuples sont solidaires et doivent leur tribut à l'homme de génie qui travaille pour l'humanité. Mais nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont aidés de leur affectueuse collaboration. Je dois rappeler avec quel empressement les Comités ont été formés à l'étranger aussi bien qu'en France. L'Allemagne, l'Angleterre, l'Autriche-Hongrie, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Grèce, la Hollande, l'Italie, le Mexique, la Suède et la Norwège, la Suisse ont tenu à prendre part à notre souscription. A tous nous adressons nos remercîments les plus cordiaux.

» J'ajouterai que nous devons un témoignage spécial de notre recon-

naissance à Sa Majesté l'empereur Nicolas II qui a bien voulu prendre cette souscription sous son haut patronage.

» Notre travail, comme vous le voyez, a donc été facile. Le groupement du Comité et la réalisation de l'œuvre n'ont demandé que trois années. Et déjà, cependant, nous avons à déplorer des pertes parmi les membres les plus actifs de nos Comités étrangers. En Russie, nous avons perdu le général de Tillo, qui était l'âme même de notre Comité russe. Il s'était donné de tout cœur à cette œuvre, et il n'en voit pas la réalisation. Nous conserverons de son dévouement un souvenir attendri. La mort nous a enlevé aussi le chimiste Frésénius, qui avait assumé la lourde tâche de présider les Comités allemands.

» Grâce à toutes les bonnes volontés, à l'appui du Gouvernement et de la Ville de Paris, la statue de Lavoisier s'élève aujourd'hui sur cette place de la Madeleine où se trouvait la maison qu'il a habitée pendant les dernières années de son existence.

» Le maître sculpteur Barrias l'a fait revivre pour nous dans tout l'éclat de sa force et de son intelligence. La tête haute, le bras tendu, il semble répondre à ses détracteurs et défendre sa fameuse théorie de la combustion. Deux hauts reliefs complètent l'idée que nous pouvons nous faire de ce savant. Dans le premier, M. Barrias nous le montre au milieu de son laboratoire, dans le feu de la recherche, dictant à sa femme les résultats de ses expériences. Dans le second, nous voyons Lavoisier à l'Académie des Sciences exposant à d'Alembert, à Condorcet, à Monge et à Lagrange, ses travaux et ses théories. Invinciblement, notre esprit se reporte alors à la fin tragique du grand chimiste, et nous pensons que nous avons été bien longs à acquitter envers lui notre dette de reconnaissance.

» Au nom du Comité, j'ai l'honneur de remettre la statue de Lavoisier à la Ville de Paris. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'observatoire du mont Etna*, par M. **J. Janssen**.

« Au cours d'une visite à l'observatoire de Meudon que voulut bien me faire M. Ricco, le distingué Directeur des observatoires de Catane et de l'Etna, nous avons été amenés à parler des difficultés que les froids de l'hiver et les chutes de neige apportent tant aux observations qu'aux transmissions télégraphiques entre Catane et l'observatoire de l'Etna.

» Pour ce qui concerne les transmissions, elles sont toujours assurées entre Catane et Nicolosi. Entre Nicolosi et une petite station placée à 1900^{m} environ d'altitude, nommée Cantoniera, le téléphone fonctionne encore assez régulièrement; mais au delà, c'est-à-dire de Cantoniera à l'observatoire, qui est, comme on sait, placé au pied du petit cône terminal à 2950^{m}, le fil télégraphique porté par des poteaux est souvent rompu en hiver, par suite de la chute des neiges. C'est là du reste un fait bien connu et que l'on observe fréquemment pour les lignes télégraphiques des régions où les chutes de neige sont abondantes.

» Or, les expériences faites l'année dernière au mont Blanc, sur la transmission électrique d'un fil nu placé sur la neige ou la glace, et qui ont eu un résultat si net et si encourageant, me paraissent avoir ici une application tout indiquée. Nous avons fait connaître en effet qu'un fil télégraphique, placé à nu sur le glacier entre la montagne de la Côte et notre petit observatoire des Grands-Mulets, n'a pas accusé de pertes électriques sensibles, ce qui du reste est conforme à ce que nous savons sur la si faible conductibilité de la glace. Ces expériences, si intéressantes par les applications qu'elles peuvent recevoir, seront continuées cette année, avec le concours de M. Lespieau qui les avait commencées l'année dernière avec le si regretté M. Cauro.

» J'ai donc proposé à M. Ricco d'utiliser notre expérience du mont Blanc, faite surtout en vue de ces applications, et dans cette vue de détacher le fil des poteaux après les premières chutes de neige et dès que cette neige formerait une couche suffisamment épaisse sur le sol pour assurer

l'isolement du fil. Le télégraphe fonctionnerait ainsi pendant l'hiver, suffisamment isolé et à l'abri de toute rupture. Au printemps, lorsque les surcharges de neige ne seraient plus à craindre, on replacerait le fil sur ses isolateurs.

» Cette expérience est intéressante et M. Ricco a bien voulu m'assurer qu'il ne manquerait pas de la tenter et de m'en faire connaître les résultats.

» Il faut remarquer, du reste que, sur l'Etna les chutes de neige n'arrivent pas à former de véritables glaciers et que, par suite, on n'observe pas ces mouvements de glace qui, sur les flancs du mont Blanc, rendent si difficile l'établissement permanent d'un câble placé sur la neige.

» M. Ricco m'a entretenu aussi de la difficulté du fonctionnement des enregistreurs placés à l'observatoire du sommet, quoique la température, pendant l'hiver, s'abaisse beaucoup moins qu'au mont Blanc et que le minimum n'ait pas dépassé — 17° depuis plus de dix années; les enregistreurs à longue marche, construits par M. Jules Richard, se sont toujours arrêtés par les froids et l'on a dû les enlever. M. Ricco cherche à en construire de plus robustes et mieux appropriés aux basses températures qu'ils doivent supporter. Ces enregistreurs étant placés dans un observatoire assis sur le rocher, on ne peut invoquer pour leur arrêt les mouvements de la glace.

» Je ferai remarquer que cette question des enregistreurs à longue marche, pouvant fonctionner par les basses températures, a une importance considérable pour la météorologie des hautes régions et des régions polaires. Aussi ne saurions-nous trop engager nos constructeurs à s'occuper d'une question qui a tant d'avenir, et où ils peuvent rendre à la Science de si précieux services.

» Je ne veux pas terminer cette Note sans insister sur l'importance de ces observatoires des stations élevées pour l'étude des hautes régions.

» Aussi, considérant la situation unique de l'observatoire de l'Etna, je voudrais qu'il me fût permis de le recommander d'une manière toute particulière à la sollicitude du Gouvernement italien.

» L'Etna forme le cône terminal du sol de cette magnifique île de Sicile, si heureusement placée au centre de la Méditerranée, entre les Alpes et l'Aurès africain. Les observations sur l'Etna, combinées avec celles du mont Blanc, du mont Rose et celles à instituer plus tard sur l'Aurès, forment un ensemble où l'Etna tient une place centrale et tout à fait à part.

Il est donc de la plus haute importance que l'observatoire de l'Etna soit mis à même de nous donner des observations très complètes et continues.

» Un observatoire installé sur les flancs de l'Etna n'atteindrait pas le même but. Les observations faites sur les flancs des montagnes sont toujours entachées d'erreur par suite de l'influence des pentes sur la direction des vents, sur la température, etc. Celles faites aux sommets sont seules irréprochables. C'est donc en la place actuelle qu'il faut maintenir l'observatoire de l'Etna, pour conserver la valeur de ses observations.

» Il y aurait seulement à prendre les dispositions nécessaires pour garantir les instruments des vapeurs échappées du cratère et que le vent, quoique très rarement, rabat vers l'observatoire, et aussi des chutes encore plus rares de pierres qu'une voûte solide rendrait inoffensives. Du reste, M. Ricco me disait que, depuis la fondation de l'observatoire, aucun observateur n'avait été obligé de le quitter pour l'une de ces causes. En 1867, j'ai moi-même passé trois jours, à la place où se trouve placé l'observatoire actuel, sans avoir été aucunement incommodé des émanations du sommet.

» Puisque je parle de l'importance de l'observatoire de l'Etna, dans le concert des observations à instituer depuis les Alpes jusqu'à l'Aurès africain, je rappellerai combien la Société de l'observatoire du mont Blanc est heureuse de donner l'hospitalité de l'observatoire et son concours aux observateurs de toutes nations qui demandent à y faire des travaux. Cette invitation s'adresse plus particulièrement encore à nos voisins les savants italiens, et nous pouvons les assurer du plaisir que nous aurons à les recevoir et à les assister de tout notre pouvoir. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouveaux procédés de vaccination contre le charbon symptomatique du bœuf, par l'association de sérum immunisant et de vaccins*. Note de M. S. **Arloing**.

« I. Après mes études sur les propriétés *préventives* et *curatives* du sérum du bœuf fortement immunisé contre le charbon symptomatique (*Soc. des Sc. vétér. de Lyon,* du 4 février 1900, et *Comptes rendus,* 26 février 1900), dont la plupart des résultats sont d'accord avec ceux publiés antérieurement par Duenschmann et Kitt, et, peu de temps après les nôtres, par Leclainche et Vallée, j'ai abordé la production de l'immunité à l'aide du

sérum préventif associé, de deux manières différentes, au virus naturel.

» II. Déjà, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (séance du 9 avril 1900), je terminais en disant qu'il était facile de procurer au mouton une immunité active solide en injectant isolément et successivement une dose convenable de sérum et de virus frais type, mais qu'il était impossible de compter sur un résultat analogue par l'injection d'un mélange de virus et de sérum, injection dépourvue d'effet immédiat nocif quand les deux éléments sont mélangés en proportions déterminées de manière à empêcher les effets du virus.

» Depuis, j'ai étendu mes expériences aux animaux de l'espèce bovine exposée, comme on le sait, à contracter le charbon symptomatique par infection naturelle.

» Après l'administration successive, dans des points différents du tissu conjonctif, du sérum et du virus frais, ou bien après l'introduction du sérum dans le sang et du virus sous la peau, les faits se déroulent comme sur les animaux de l'espèce ovine.

» Mais, à la suite de l'injection du mélange de sérum et de virus frais, contrairement à ce que l'on observe très généralement sur le mouton, on peut obtenir une certaine résistance contre l'infection expérimentale. Par exemple, dans un cas où nous avions injecté 1^{cc} de sérum mélangé à $0^{cc},200$ de virus frais, et dans un autre où l'injection comprenait $0^{cc},50$ de sérum et $0^{cc},200$ de virus, j'ai permis au bœuf de résister à une injection intramusculaire de $0^{cc},250$ de virus. Cependant, je dois ajouter que ces animaux présentèrent une poche purulente au point où l'on fit l'inoculation d'épreuve, qui prit même une assez grande étendue, témoignant ainsi que l'immunité dont ils étaient pourvus était une immunité moyenne.

» Il est donc facile de vacciner le bœuf contre le charbon symptomatique par le sérum et le virus frais injectés séparément sous la peau, et il n'est pas impossible de le vacciner par un sérum-virus si l'on détermine bien attentivement la dose de virus frais à employer et la proportion de sérum qui doit lui être associée.

» III. Ces procédés de vaccination ne soulèvent pas d'objections en tant que procédés de laboratoire, mais ils en soulèveraient de très sérieuses dans le cas où l'on tenterait de les faire passer du laboratoire dans la pratique.

» Le premier, toujours sûr et dépourvu d'inconvénients, impose l'emploi d'une trop grande quantité de sérum. Le second exige peu de sérum;

pourtant il reste d'une application délicate, car si le mélange est en deçà ou va au delà des proportions convenables, il peut causer des accidents immédiats ou donner une immunisation insuffisante. D'une façon générale, la proportion de sérum doit être aussi minime que possible, car il ne faut pas neutraliser toute l'action du virus, mais simplement la modérer. Pratiquement, il serait difficile de trouver cette juste mesure.

» IV. Alors, j'ai cherché à remédier aux inconvénients inhérents à chaque procédé.

» Dans l'un et l'autre procédé, il y a un intérêt pratique considérable à réduire la quantité de sérum nécessaire au succès de l'inoculation.

» J'ai pensé qu'on pourrait la réduire en substituant au virus frais des virus atténués.

» Les virus atténués que nous avons préconisés et qui sont utilisés actuellement sans autre précaution que leur insertion dans la région coccygienne, procurent au plus grand nombre des sujets vaccinés une immunité satisfaisante. En combinant l'emploi du vaccin avec celui du sérum immunisant, on agirait avec plus de sécurité, et peut-être alors serait-il permis d'employer à la place de nos vaccins habituels des vaccins moins atténués et de s'assurer, en même temps, le bénéfice d'une immunisation plus complète.

» Telle fut l'idée qui présida à mes nouvelles tentatives.

» V. J'ai donc préparé deux vaccins notablement plus énergiques que nos deux vaccins ordinaires.

» J'ai injecté $0^{gr},01$ de chacun sous la peau d'une série de moutons, après avoir administré à ces animaux, quelques minutes auparavant, une quantité décroissante de sérum, de 5^{cc} à 1^{cc}. Les vaccins furent bien tolérés par tous les sujets qui avaient reçu une dose de sérum supérieure à 1^{cc}. Ils ont parfois déterminé une tumeur charbonneuse mortelle sur des sujets ayant reçu simplement 1^{cc} de sérum. Lorsqu'ils sont bien tolérés, ils déterminent pourtant un accident local, surtout au point où est inséré le vaccin le plus fort. Cet accident consiste en une tuméfaction circonscrite qui se délimite chaque jour davantage et finit par se convertir en un très petit abcès caséeux. L'injection simultanée du sérum et des deux vaccins produit une hyperthermie passagère de 1° à $1^{\circ},8$, sans autres troubles généraux notables.

» Si l'on éprouve tous ces animaux, au bout de huit jours, en leur injectant $0^{cc},1$ de virus frais type sous la peau de la cuisse, leur température s'élève légèrement pendant vingt-quatre heures, mais ils ne con-



tractent aucun accident local; autrement dit, on s'aperçoit qu'ils sont fortement immunisés.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai déterminé la quantité minima de sérum qu'il fallait associer à $0^{gr},01$ de vaccin pour modérer ses effets immédiats tout en lui laissant ses effets immunisants. Je me suis aperçu que $0^{cc},1$ de sérum procurait le résultat cherché.

» J'ai donc vacciné une série de moutons en leur poussant, simultanément, en deux points différents du tissu conjonctif sous-cutané, $0^{gr},01$ de chacun de nos vaccins délayé dans 1^{cc} d'eau et $0^{cc},1$ de sérum. Cette double inoculation fut bien supportée. Dans les vingt-quatre heures qui suivirent, la température s'éleva de 1° à 1°,5; mais l'état général resta bon. Localement, on observait une petite tuméfaction au point d'insertion du vaccin le plus fort, traduite par une teinte bleuâtre du derme et par une mortification très circonscrite de la peau au-dessous de laquelle existaient quelques gouttes de pus caséeux. En présence de cet accident local, on a le sentiment que le vaccin détermine une tumeur charbonneuse minuscule qui deviendrait envahissante sans l'action frénatrice du sérum.

» La même expérience a été répétée, dans les mêmes conditions, sur les animaux de l'espèce bovine. Elle a donné des résultats très satisfaisants.

» VI. Nous nous trouvons donc en face de deux nouveaux procédés de vaccination contre le charbon symptomatique par association de sérum immunisant et de vaccins forts.

» Il y a lieu de faire un choix. J'accorde la préférence au second, parce qu'il n'exige qu'une toute petite quantité de sérum. Pour vacciner dix bœufs par ce procédé, il suffirait de 2^{cc} de sérum, 1^{cc} pour chacun des vaccins, à la condition que ce sérum fût capable de neutraliser la moitié de son volume de virus frais type, lorsque ce volume ne dépasse pas $0^{cc},5$. Tandis que, dans l'autre procédé, il faudrait probablement employer 10^{cc} de sérum par bœuf. Le prix de la vaccination s'en trouverait trop fortement élevé.

» Il sera donc le procédé de choix pour les inoculations préventives courantes, dans les pays hantés par le charbon symptomatique. On pourra, cependant, recourir au premier, si l'on se trouvait tout à coup en présence d'une enzootie meurtrière menaçant des sujets d'une grande valeur. Mais, dans ce cas, afin d'utiliser en même temps les propriétés immunisantes passives du sérum, on agirait sagement en portant la dose de sérum à 15^{cc} ou 20^{cc}, selon la taille des animaux.

» VII. Les procédés de vaccination que nous préconisons aujourd'hui

répondent aux principaux *desiderata* de la vaccination usuelle. En effet, on a reproché à cette dernière de causer parfois des accidents immédiats, de ne pas préserver d'une manière suffisante, de nécessiter deux inoculations à des dates différentes et, par suite, d'imposer des frais de déplacement assez considérables, et d'augmenter les difficultés si les sujets sont indociles, de réclamer l'insertion des vaccins à la région coccygienne pour réduire au minimum le nombre des accidents. Avec les procédés nouveaux, les accidents immédiats sont évités, grâce au sérum, l'immunisation est plus complète, puisque les vaccins sont plus forts; enfin, les deux vaccins peuvent être inoculés l'un après l'autre, dans la même séance, en des points quelconques du tissu conjonctif sous-cutané. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des sables de la plage de Dunkerque;* Note de M. **J. Gosselet**.

« Les travaux faits actuellement pour élargir le port de Dunkerque et pour établir un chantier de construction navale ont nécessité de grandes tranchées, qui fournissent des coupes géologiques très intéressantes. On y voit :

» 1° Un à deux mètres de remblais ou de sable remanié, le terrain ayant été à peu près nivelé lors de l'agrandissement de la ville, puisqu'il est situé à l'intérieur du mur d'enceinte.

» 2° Sept à huit mètres de sable jaune, roux ou blanchâtre, rempli de coquilles marines, presque toutes appartenant aux Lamellibranches. Ces coquilles ont les valves séparées; elles sont posées à plat, par conséquent elles ont été apportées par la vague à la place qu'elles occupent. Le sable est, soit en lits bien stratifiés, horizontaux, soit en stratification entre-croisée, comme il s'en forme partout où il y a des courants. Quelques petits lits argileux, d'étendue restreinte, sont intercalés dans le sable.

» A la base de ce sable roux, on voit une couche presque uniquement formée de coquilles et surtout de *Cardium edule*. Elle contient des galets de silex et des fragments de poteries. Cette couche inférieure a tous les caractères d'un dépôt de plage à la limite du flot.

» 3° Du sable fin, gris, glauconieux, dans lequel s'arrêtent actuellement les travaux à la cote — 1.

» Ce qui fait le grand intérêt de la fouille de Dunkerque, c'est la nature des poteries que l'on rencontre à la base du sable roux. On y trouve, avec

des poteries de grès dont l'âge est incertain, d'autres fragments de vases de terre, avec vernis vert, qui ne peuvent pas remonter au delà du commencement du XVIe siècle. Je les ai ramassés moi-même en place, en les retirant de la tranchée; il ne peut donc y avoir aucun doute sur leur position.

» Les ouvriers m'ont en outre donné des vases en grès vernissé, à ornements faits à la main; ils sont de même âge ou légèrement plus modernes; le directeur des travaux m'a affirmé qu'ils proviennent de la base des sables roux, mais je n'en ai pas pu constater moi-même la position et je préfère m'en tenir à la première série de poteries.

» Une découverte toute récente vient de corroborer ces faits. On a rencontré, à 7^m de profondeur et à 1^m au-dessus de la base du sable roux, la carcasse d'un navire d'où l'on a retiré trois grands canons, trois couleuvrines et de nombreux projectiles divers. L'un des canons porte la date 1581; les couleuvrines paraissent plus anciennes, mais faisaient certainement partie du même armement. Les sables qui recouvrent ces débris sont bien stratifiés, par conséquent ils se sont déposés postérieurement à l'échouage du bateau.

» Il est donc prouvé que les 7^m ou 8^m de sable roux se sont déposés sur la plage de Dunkerque entre le commencement du XVIe et le commencement du XIXe siècle, c'est-à-dire en trois siècles. En supposant que la sédimentation se soit faite d'une manière régulière, le dépôt aurait été de 2^m par siècle.

» Je rappellerai que, lorsqu'on a vidé l'ancien bassin de chasse du port de Dunkerque pour y creuser des darses, j'ai reconnu qu'il s'était envasé de 1^m,50 à 2^m de sédiments réguliers entre 1829 et 1882, bien qu'il n'y arrivât aucun ruisseau, aucun égout, et que l'eau de mer n'y pénétrât que quelques jours par mois, à l'époque des hautes mers de vives eaux.

» Il y a loin de ces faits positifs à certaine conception théorique de la lenteur des phénomènes géologiques.

» Il serait très intéressant de connaître l'âge des sables gris inférieurs. En 1883, lors du creusement des darses sur la rive gauche du chenal, j'avais observé une coupe semblable à celle de la rive droite; je n'y avais pas trouvé de poteries, mais j'avais observé, au contact des sables roux et des sables gris, des ravinements importants que j'avais attribués, à tort, aux tempêtes du XIVe siècle.

» Le sable gris est certainement plus ancien que le XVIe siècle, mais on ne sait ni quand sa sédimentation a commencé, ni quand elle a fini. Car il se pourrait que, entre la fin du dépôt du sable gris et le commencement

du dépôt du sable roux, il y ait une période indéterminée d'émersion, ou tout au moins de non-sédimentation.

» En me basant sur les relations de niveau du sable gris avec les bancs de tourbe que l'on a trouvés dans le voisinage en établissant la fortification, j'avais conclu que son dépôt a commencé lors de l'invasion de la plaine maritime de Flandre par la mer, vers le IVe ou le Ve siècle de l'ère chrétienne.

» Une autre conséquence qui ressort des observations précédentes, c'est que le niveau du littoral de Dunkerque s'est modifié à une époque très récente. Il y a eu certainement affaissement depuis le XVIe siècle. Mais il m'est impossible de dire, pour le moment, si l'affaissement dure encore, ou, dans le cas contraire, à quelle époque il a prls fin. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en vertu du Décret du 24 juin 1899.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 38,

M. Duhem obtient.	36	suffrages
M. de Sparre »	1	»
M. Witz »	1	»

M. **Duhem**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

Sur l'invitation du Président du Comité d'organisation du Congrès géologique international, l'Académie désigne comme ses délégués MM. **Fouqué** et **de Lapparent**.

M. **V. Czerny**, élu Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la

Correspondance, le « Traité d'Astronomie stellaire, 2e Partie : étoiles doubles et multiples; amas stellaires », par M. *Ch. André*. (Présenté par M. Mascart.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly (1900, juillet 23), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest, de* $0^m,305$ *d'ouverture), par* M. G. BIGOURDAN, communiquées par M. Lœwy.

Dates. 1900.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Asc. droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Juillet 24....	*a* 480 BD + 14	7	—1.32,64	—2.24,5	12:8
24....	*a* 480 BD + 14	7	—1.31,95	—0. 1,7	6:4
24....	*a* 480 BD + 14	7	—1.30,64	+2.27,6	9:6
25....	*b* 445 BD + 17	9,2	—0.48,14	—1.39,5	12:17
26....	*c* 471 BD + 20	9,5	+1.25,70	+2.36,0	6:4
26....	*d* 475 BD + 20	8,7	—2.59,15	+3.17,4	6:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1900.	⋆	Asc. droite moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juill. 24.	*a*	2.45.58,33	+2,76	+14.40.12,3	+10,4	744 Weisse$_1$, IIh
25.	*b*	2.44.36.0	+2,84	+17.37.6	+ 9,6	BD
26.	*c*	2.44.58,55	+2,92	+20.24.18,2	+ 8,7	Rapportée à *d*
26.	*d*	2.49.23,42	+2,90	+20.23.37,0	+ 8,5	AG, Berlin, 855

étoile c — étoile d: ΔAR = — 4m.24s,87; ΔⒹ = + 0′.41″,2 6:4 comp.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1900.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juillet 24..	13.20.26	2.44.28,45	$\bar{1},596_n$	+14.37.58,2	0,787
24..	13.40.48	2.44.29,14	$\bar{1},586_n$	+14.40.21,0	0,778
24..	14. 1.54	2.44.30,45	$\bar{1},573_n$	+14.42.50,3	0,768
25..	14.14.49	2.45.27,0	$\bar{1},566_n$	+17.35.36	0,745
26..	13.46. 8	2.46.27,17	$\bar{1},594_n$	+20.27. 2,9	0,744
26..	13.46. 8	2.46.27,17	$\bar{1},594_n$	+20.27. 2,9	0,744

» *Remarques*. — 1900, juillet 24. — La comète est brillante, facile à voir

dans le petit chercheur de 58mm d'ouverture, mais à l'œil nu on ne distingue rien dans sa direction. La tête est formée par un noyau assez stellaire, un peu diffus, de 3″ à 4″ d'étendue, peut-être un peu allongé. Ce noyau est entouré de nébulosité assez diffuse, assez faible, formant une tête de 1′,5 environ de diamètre. Il est prolongé par une queue très diffuse, opposée au Soleil, et qu'on entrevoit sur une longueur de 5′ environ, peut-être même de 7′.

» A $22^h 4^m$ de temps sidéral l'angle de position de la queue, mesuré par 3 pointés, a été trouvé égal à 244°, 2. »

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires et éphéméride de la comète Borrelly-Brooks (23 juillet 1900)*, calculés par M. G. Fayet, communiqués par M. Lœwy.

« Les observations utilisées pour le calcul sont les suivantes :

Dates. 1900.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.
		h m s	° ′ ″
Juillet 23.....	13. 7,13	2.43.33,95	+11.50.45,9
» 24.....	13.41, 3	2.44.29,35	+14.40.23,2
» 26.....	13.46, 8	2.46.27,17	+20.27. 2,9

» Les deux dernières observations ont été faites à Paris par M. Bigourdan; celle du 23 juillet a été obtenue à Marseille et M. Stéphan a bien voulu me la communiquer par télégramme.

» Voici les éléments conclus :

T = 1900 août 3,0067 temps moyen de Paris,

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 340°.\ 4'.28'' \\ \Omega &= 327.55.13 \\ i &= 62.\ 5.30 \end{aligned}\right\}\ \text{écliptique et équinoxe moyens de 1900,0.}$$

$\log q = 0{,}006424.$

» Ces éléments laissent subsister, dans le lieu intermédiaire, les écarts suivants, dans le sens *obs.-calcul.*

$$\cos\beta\, d\lambda = -3'',9, \qquad d\beta = -2'',3.$$

» Les éléments de cette comète présentent donc quelque analogie avec

ceux de la comète 1802; voici la valeur approchée des éléments de ce dernier astre, pour 1900 :

$$\pi = 333°, \quad \Omega = 312, \quad i = 57°, \quad \log q = 0,039.$$

» On a déduit ensuite l'éphéméride suivante, pour 12^h temps moyen de Paris

Dates. 1900.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log r.	log Δ.
	h m s	° ′		
Juillet 29......	2.49.46	+29.18,2	0,0077	$\bar{1}$,6426
» 31......	2.52.24	+35.28,7	0,0068	$\bar{1}$,6419
Août 2......	2.55.26	+41.40,0	0,0064	$\bar{1}$,6452
» 4......	2.58.58	+47.33,9	0,0065	$\bar{1}$,6539
» 6......	3. 3.16	+53.13,5	0,0072	$\bar{1}$,6659
» 8......	3. 8.29	+58.32,5	0,0083	$\bar{1}$,6810
» 10......	3.14.51	+63.27,0	0,0098	$\bar{1}$,6986

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les images spectrales de la chromosphère et des protubérances, obtenues à l'aide de la chambre prismatique.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une Note précédente, j'ai donné des indications succinctes sur la chambre prismatique, que j'ai utilisée pendant l'éclipse totale du 28 mai dernier, pour obtenir des images de la chromosphère dans les différentes radiations; l'étude des clichés obtenus m'a donné quelques résultats que je désire résumer ici.

» Ces clichés sont des plaques 13 × 18 qui étaient placées à 1^m,615 d'un réseau métallique concave de Rowland ayant 400 traits par millimètre et d'un rayon de courbure de 3^m,123. Ce réseau, dont les traits étaient horizontaux et perpendiculaires au plan vertical dans lequel se trouvait le Soleil, recevait, par l'intermédiaire d'un héliostat, la lumière provenant de la chromosphère et de l'atmosphère coronale : la distance de 1^m,615 avait été choisie comme celle qui convenait le mieux pour la mise au point; elle avait été d'abord calculée en tenant compte de l'angle sous lequel les rayons lumineux tombaient sur le réseau, ainsi que de l'angle de diffraction. On avait pris cet angle de diffraction égal à 90°, à cause d'une propriété facile à démontrer et qui permettait de disposer la plaque perpendiculairement aux rayons diffractés, c'est-à-dire parallèlement au réseau et perpendiculairement à l'axe de la chambre noire qui représentait la direction moyenne des rayons diffractés.

» Cette distance avait été également déterminée par l'expérience, de la façon suivante. On avait disposé en avant du réseau, dans la direction que devaient suivre les rayons incidents (et qui était de 33°39′ au-dessus de l'horizon, pour l'heure centrale

de la totalité à Elche), un collimateur dont la fente était réglée à l'infini; en éclairant cette fente par la lumière solaire on obtenait sur la plaque le spectre sous forme d'une bande sillonnée de raies. Cette bande, dont la largeur était à peu près de 15^{mm}, couvrait la plaque 13×18 dans sa plus grande dimension, et aux deux extrémités se trouvaient d'une part la raie F et de l'autre la raie N, en utilisant le spectre de diffraction de deuxième ordre, l'axe de la chambre noire étant incliné de 13° environ sur l'horizon; on avait fait différentes épreuves en faisant varier le tirage de la chambre de millimètre en millimètre, et l'on avait adopté finalement la position qui donnait les images les plus nettes.

» Le cliché en question était ensuite conservé pour servir de comparaison avec les images photographiques du spectre qui devaient être prises pendant l'éclipse.

» Sur les épreuves obtenues pendant la totalité, on voit, en effet, une série de cercles légèrement aplatis par l'astigmatisme, qui sont les images des parties brillantes de l'enveloppe solaire; ces cercles sont disposés sur la bande correspondante du spectre dont il a été parlé tout à l'heure.

» Les cercles les plus intenses proviennent des radiations H et K; ils sont distants de $4^{mm},5$, et sur leur pourtour on voit un nombre très considérable de protubérances; on y retrouve toutes celles qui figurent sur les clichés, obtenus d'autre part avec la lunette photographique (voir *Comptes rendus*, 4 juin 1900) et dont je joins à la présente Note deux épreuves agrandies.

» Il importe de remarquer, pour l'interprétation de ces clichés obtenus avec la chambre prismatique, que, à cause de la longueur de la pose, les différentes parties n'ont pas agi pendant le même temps, en raison du mouvement de la Lune par rapport au Soleil; la Lune découvrait certaines régions pendant les 45 secondes de la pose et recouvrait les régions opposées, si bien que, malgré l'emploi d'un héliostat qui compensait le mouvement du Soleil, on se trouvait dans le cas d'un objet qu'on photographie pendant qu'on en découvre lentement les différentes parties; on voit les modifications d'apparence qui peuvent en résulter.

» En dehors des anneaux H et K qui correspondent au calcium, on aperçoit également tous ceux qui, dans le champ, correspondent à l'hydrogène, c'est-à-dire F, G' et *h*. Ces trois cercles sont beaucoup moins intenses; on y retrouve néanmoins un certain nombre de protubérances visibles dans H et K, mais la diminution d'intensité ne permet pas de les voir toutes. Cette absence peut provenir de la variation de sensibilité ou de la disparition relative de l'élément correspondant. Toutefois, l'étude d'un couple de ces protubérances permet d'adopter cette dernière conclusion : en effet, parmi les protubérances, il y en a un beau groupe qui se trouvait très exactement sur la verticale et que j'ai aussi observé à la

lunette (pendant la pose du cliché en question); je désignerai ces protubérances par a et b; a et b se trouvent d'abord dans le cercle correspondant à H, où elles ont à peu près la même intensité l'une que l'autre. On les trouve de même dans le cercle K, qui semble avoir été obtenu par une translation du cercle H.

» Mais il n'en est pas de même pour les cercles F, G' et h; le groupe ab est beaucoup moins intense, mais en outre le rapport d'intensité est notablement modifié : au lieu que ces deux protubérances a et b soient comparables entre elles, b est bien plus difficile à voir et semble un satellite qui accompagne a; le rapport d'intensité entre b et a paraît d'ailleurs le même dans F, dans G' et h.

» En somme, l'hydrogène et le calcium n'entrent pas de la même façon dans les différentes protubérances, par exemple dans a et b, soit au point de vue des masses, soit au point de vue de la température, et ce défaut d'homogénéité a quelque importance au point de vue des théories émises sur la constitution du Soleil et les modifications dont il est le siège.

» En étudiant le cliché, je n'ai pas trouvé d'autre protubérance entre G' et N; mais j'ai remarqué entre F et G' une petite tache qui correspond comme forme et comme position à la protubérance a. J'ai cherché à déterminer sa longueur d'onde en utilisant le cliché de comparaison obtenu dans le réglage, ainsi que la photographie prise au moment de la réapparition de la lumière, qui donne un spectre contenant des raies noires en forme de croissant. Elle ne coïncide avec aucune des raies de ces spectres; j'ai alors déterminé sa longueur d'onde en la rapportant aux radiations voisines; un calcul simple m'a donné :

$$\lambda = 447^{\mu\mu},2,$$

ce nombre correspond très sensiblement à une raie de l'hélium ($447^{\mu\mu},18$). »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur deux surfaces qu'on peut associer à toute surface de Weingarten.* Note de M. A. DEMOULIN.

« Une surface de Weingarten (S) étant donnée, soient u et v les paramètres de ses lignes de courbure; (S_1) et (S_2) les deux nappes de sa développée, (S_1) correspondant aux lignes $v=$ const. et (S_2) aux lignes

$u =$ const. Par un choix convenable de paramètres u et v, on peut mettre le carré de l'élément linéaire de la représentation sphérique sous la forme

$$d\sigma^2 = \frac{du^2}{k^2} + \frac{dv^2}{\varphi'^2(k)}.$$

Les rayons de courbure principaux ont alors pour valeur

$$R = \varphi(k), \qquad R' = \varphi(k) - k\varphi'(k).$$

» Cela rappelé, attachons à tout point M de la surface le trièdre habituel MXYZ, dont les arêtes MX, MY sont tangentes aux lignes de courbure qui se croisent en M; puis, par le point O, origine des coordonnées, menons le trièdre $Oxyz$ parallèle au précédent.

» Sur Ox prenons un point P_1 d'abscisse u; le plan mené par ce point, parallèlement au plan des yz, touche son enveloppe, que nous appellerons (S'_1), en un point M'_1 situé dans le plan des xz à une distance $-k$ de l'axe Ox.

» Prenons de même, sur Oy, un point P_2 à une distance v de l'origine; le plan mené par ce point, perpendiculairement à Oy, touchera son enveloppe (S'_2) en un point M'_2 situé dans le plan de yz à une distance $\varphi'(k)$ de l'axe Oy.

» Ainsi se trouvent définies les deux surfaces que nous nous proposons d'étudier.

» *Les deux surfaces* (S_1) *et* (S'_1), *qui se correspondent avec parallélisme des plans tangents, ont même représentation sphérique de leurs lignes de courbure. Il en est de même des surfaces* (S_2) *et* (S'_2).

» Nous venons de définir les surfaces (S'_1) et (S'_2) en partant de la surface de Weingarten (S), mais chacune d'elles jouit d'une propriété qui ne dépend que de la relation entre les rayons de courbure principaux de (S), c'est-à-dire de la fonction $\varphi(k)$. Occupons-nous, par exemple, de la surface (S'_1). Soient A_1 et B_1 les centres de courbure principaux en M'_1, et C_1 le point où la normale en M'_1 rencontre l'axe Oz. On a

$$\overline{C_1A_1}\,.\,\overline{C_1B_1}\;\frac{k\varphi'(k)}{\varphi''(k)}.$$

» Comme $\overline{OC_1} = -k$, *le produit* $\overline{C_1A_1}\,.\,\overline{C_1B_1}$ *est une fonction de* $\overline{OC_1}$ (¹).

(¹) En employant des notations analogues pour (S'_2), on peut écrire

$$\overline{C_2A_2}\,.\,\overline{C_2B_2} = k\,\varphi'(k)\,\varphi''(k)$$

et

$$\overline{OC_2} = \varphi'(k).$$

Cette propriété se traduit par l'équation

$$(A) \qquad (p+\rho')(p+\rho'') = F(2q - p^2),$$

où ρ', ρ'' désignent les rayons de courbure principaux, p la distance (déjà désignée par u) de l'origine au plan tangent et $2q$ le carré du rayon vecteur OM'_1.

» A toute surface (S'_1) satisfaisant à cette équation, on peut faire correspondre, par trois quadratures, une surface (S_1) admettant un élément linéaire de révolution donné et, par suite, une surface de Weingarten (S).

» Il semble donc qu'on soit en possession d'une méthode nouvelle de recherche des surfaces applicables sur une surface de révolution. En réalité, cette méthode n'est pas essentiellement différente de celle qui résulte de l'application, au cas qui nous occupe, de la méthode générale de Weingarten pour la déformation des surfaces. C'est ce que nous allons mettre en lumière.

» L'équation (A) peut s'écrire

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial p^2} - (\rho'+\rho'')\frac{\partial^2\psi}{\partial p\,\partial q} + \rho'\rho''\frac{\partial^2\psi}{\partial q^2} = 0,$$

ψ dépendant seulement de l'argument $p^2 - 2q$. On reconnaît là (voir G. Darboux, *Leçons*, IV[e] Partie, Chap. XIII) un cas particulier de l'équation à laquelle M. Weingarten a ramené le problème de la déformation. Nous avons vu qu'à toute surface (S'_1) vérifiant cette équation correspond une surface (S_1) applicable sur une surface de révolution donnée. La théorie de M. Weingarten nous apprend que de cette même surface (S'_1) on peut déduire, par des quadratures, une surface admettant un certain élément linéaire. Or, *cette surface n'est autre que la surface* (S_2) complémentaire *de la surface* (S_1). Notre méthode se trouve ainsi rattachée à celle de M. Weingarten.

» Nous terminerons en indiquant quelques applications.

» On obtiendrait toutes les surfaces à courbure constante, si l'on pouvait déterminer les surfaces qui satisfont à l'une des relations suivantes :

$$(I) \qquad \overline{C_1A_1}.\overline{C_1B_1} = -\overline{OC_1}^2,$$

$$(II) \qquad \overline{C_1A_1}.\overline{C_1B_1} = -a^2 - \overline{OC_1}^2,$$

$$(III) \qquad \overline{C_1A_1}.\overline{C_1B_1} = a^2 - \overline{OC_1}^2.$$

» Ces surfaces définies par l'équation (I) ont déjà été considérées par

M. Darboux (*loc. cit.*) à l'occasion du même problème. M. Guichard (*Comptes rendus*, séance du 17 mai 1897) en a donné différentes propriétés dont plusieurs sont comprises, à titre de cas particuliers, dans celles que nous venons de faire connaître.

» Les surfaces satisfaisant à l'équation (III) sont telles que leurs centres de courbure principaux sont conjugués par rapport à une sphère de centre O et de rayon a.

» Le problème de la déformation de la développée de l'alysséide et le problème de la déformation du paraboloïde de révolution dépendent respectivement des équations

$$\overline{C_1A_1}.\overline{C_1B_1} = \overline{OC_1}^2,$$
$$\overline{C_1A_1}.\overline{C_1B_1} = a^2 + \overline{OC_1}^2$$

dont on remarquera l'analogie avec les équations (I), (II) et (III). »

PHYSIQUE. — *Sur du baryum radio-actif artificiel* (1).
Note de M. **A. Debierne.**

« M. et Mme Curie (2) ont montré que les corps qui restent longtemps dans le voisinage de corps radio-actifs deviennent eux-mêmes radio-actifs, par suite d'un phénomène d'induction (3). J'ai cherché à obtenir la radio-activité induite au moyen de l'actinium et j'ai spécialement étudié l'action sur les sels de baryum.

» Les corps activés par action à distance sont peu radio-actifs et la masse activée est très faible. Une radio-activité induite plus forte et une masse activée plus grande sont obtenues en rendant le contact plus in-

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie-Physique, à la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus*, novembre 1899.

(3) MM. Giesel (*Soc. de Phys. de Berlin*, janvier 1900) et Rutherford (*Philosophical Magazine*, février 1900) ont également observé la production de radio-activité induite; le premier, en se servant d'une solution de sel de baryum radifère; le second, en utilisant la radio-activité du thorium. Enfin, tout récemment, M. Villard (*Bulletin de la Soc. de Phys.*, juillet 1900) a signalé la production d'une radio-activité induite, très faible il est vrai, sous l'influence des rayons cathodiques du tube de Crookes.

time; ce qui peut se faire en mettant le corps à activer en dissolution avec le corps actif, ou en les précipitant tous les deux ensemble.

» Ainsi, j'ai obtenu un chlorure de baryum actif, en le faisant séjourner en dissolution avec un sel d'actinium très actif. On obtient des effets encore plus intenses, en précipitant du sulfate de baryte dans une solution renfermant l'actinium; j'ai déjà indiqué (1) que, dans ces conditions, l'actinium est entraîné dans la précipitation par le sulfate de baryte. Les produits sont ramenés à l'état de chlorures et l'actinium est séparé en le précipitant par l'ammoniaque à l'état d'hydrate.

» Si on laisse le baryum peu de temps en présence de l'actinium, l'activité induite est insignifiante; si on le laisse un temps plus long, on voit que l'activité induite augmente avec la durée du contact, au moins pendant une dizaine de jours. J'ai obtenu ainsi une quantité notable de chlorure de baryum radio-actif, dont l'activité peut être plusieurs centaines de fois plus grande que celle de l'uranium ordinaire.

» Il était très intéressant de savoir si les propriétés de ce baryum radioactif artificiel étaient les mêmes que celles du baryum radifère extrait de la pechblende.

» Certaines des propriétés sont communes :

» La radio-activité du baryum activé est une propriété atomique, comme celle du baryum radifère; elle persiste dans toutes les transformations chimiques.

» Les rayons émis semblent être de même nature; ils ionisent les gaz, provoquent la phosphorescence du platino-cyanure de baryum, impressionnent les plaques photographiques. De plus, une partie du rayonnement est déviée dans le champ magnétique, et le chlorure anhydre est spontanément lumineux.

» Enfin, le chlorure de baryum activé se fractionne comme le chlorure de baryum radifère. Lorsque l'on fait cristalliser ce sel dans l'eau ou dans une solution d'acide chlorhydrique, le chlorure qui cristallise est plus actif que celui qui reste en dissolution (2). Cette propriété, qui indique une différence de solubilité entre le chlorure de baryum activé et le chlorure de baryum ordinaire, m'a permis de concentrer l'activité et d'obtenir des produits mille fois plus actifs que l'uranium ordinaire.

---

(1) *Comptes rendus*, avril 1900.

(2) Le chlorure de baryum souillé d'actinium se fractionne en sens inverse, la partie active restant en dissolution.

» Le baryum activé diffère cependant du baryum radifère par des propriétés importantes.

» Il ne possède pas le spectre du radium. M. Demarçay a bien voulu examiner un produit environ mille fois plus actif que l'uranium et n'a pu y découvrir les raies du radium, alors qu'un produit dix fois moins actif extrait de la pechblende donne déjà très nettement la réaction spectrale du radium.

» Une autre différence importante a pu être observée. La radio-activité du chlorure de baryum activé diminue beaucoup d'intensité avec le temps. En trois semaines, elle est devenue trois fois plus faible qu'au début, tandis qu'au contraire l'activité du chlorure de baryum radifère ou des sels renfermant de l'actinium commence par augmenter, puis reste constante.

» Il est très important de montrer que la radio-activité de ce chlorure de baryum activé ne provient ni d'actinium ni de radium entraîné. Cette manière de voir est d'abord peu vraisemblable, étant données les méthodes de séparation employées. Ensuite, on comprendrait difficilement que l'entraînement des substances actives par le baryum se produisît seulement après un temps très long. Enfin l'absence de spectre et la diminution d'activité du produit montrent que l'activité n'est due ni au radium, ni à l'actinium.

» On voit, par ce qui précède, que j'ai obtenu par induction un baryum radio-actif, qui se distingue nettement du baryum et du radium (¹) et qui se présente comme un terme intermédiaire entre ces deux éléments (²). »

(¹) Je rappelle que M. et Mme Curie viennent de réussir à isoler du chlorure de radium pur.

(²) M. Lengyel (*Berichte*, mai 1900) a publié récemment qu'il avait obtenu du baryum radio-actif au moyen de l'uranium. Il est très facile de montrer que, dans l'expérience de M. Lengyel, on est en présence d'un entraînement de matières radio-actives, probablement l'actinium, par les sels de baryum et non d'un phénomène d'induction. Des expériences récentes de MM. Crookes (*Proceedings Royal Society*, mai 1900, *Giesel-Berichte*, 1900), Becquerel (*Comptes rendus*, juillet 1900) ont d'ailleurs confirmé cette manière de voir.

PHYSIQUE. — *Sur la thermo-électricité des aciers.* Note de M. G. **Belloc**, présentée par M. A. Ditte.

« L'étude de la thermo-électricité du fer, pur ou carburé, m'a amené à construire la courbe $f\left(\frac{dE}{dt}, t\right) = 0$, représentative des pouvoirs thermo-électriques, de couples aciers-platine.

» Les expériences ont été faites [1] entre 15° et 1200°; je me suis servi à cet effet d'un four électrique me permettant d'obtenir des températures très élevées (1300° et au delà), avec une vitesse de chauffe ou de refroidissement aussi lente que je le désire; dans ce four est introduit un système de trois fils : acier, platine et platine rhodié, entouré d'un faisceau de l'acier à étudier, ce qui me permet de déterminer en même temps la force électromotrice E, la température t et la vitesse de refroidissement ou d'échauffement $\frac{d\theta}{dt}$; enfin, pour se mettre à l'abri de toute cause d'altération des fils à ces hautes températures, le vide est maintenu dans l'appareil pendant les expériences.

» Les études ont porté principalement sur trois échantillons :

	Pour 100 de carbone.
A. Fer doux	traces
B. Acier doux	0,30
C. Acier dur	1,25

» Les courbes, déduites des expériences faites, affectent la même allure ainsi qu'il est facile de s'en convaincre d'après les résultats ci-après :

Température		100°.	470°.	650°.	770°.	800°.
Valeurs de $\frac{dE}{dt}$ en microvolts	A..	20	9,9 (min.)	13,6	18	18,8
	B..	18	9,8 (min.)	14	18,4 (max.)	17,6
	C..	16,5	10 (min.)	14,4 (max.)	7,6	7 (min.)

		860°.	900°.	940°.	1100°.
Valeurs de $\frac{dE}{dt}$ en microvolts	A.	19,2 (max.)	15	11,2 (min.)	15
	B.	11	9,6 (min.)	10,6	15,8
	C.	9	11	12,4	17

---

[1] Travail fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Caen.

» De ce Tableau je rapprocherai le suivant, donnant les points critiques :

	a_1.	a_2.	a_3.	
A.......	insens.	740°	870°	
B.......	700°	780	780	(a_2, a_3 confondus)
C.......	660°	660	660	(a_1, a_2, a_3 confondus)

(Ces deux Tableaux ont été dressés d'après des expériences simultanées.)

» On voit ainsi que ces courbes présentent un maximum compris entre deux minima; les premiers minima se font à la même température et ont sensiblement la même valeur; les maxima se produisent un peu avant que le point a_3 se manifeste et suivent les déplacements de ce point; les élongations correspondantes s'élèvent avec la température; enfin les seconds minima suivent les positions respectives des maxima et les courbes conservent ainsi la même amplitude.

» Les valeurs de $\frac{dE}{dt}$, données plus haut, sont des valeurs moyennes, tirées d'un grand nombre d'expériences; celles-ci montrent que les valeurs de E sont plus faibles au refroidissement qu'à l'échauffement, surtout entre la température maxima à laquelle on opère et la température donnant le maximum de la courbe; en faisant varier dans de larges limites les vitesses d'échauffement et de refroidissement, j'ai pu m'assurer que si la viscosité joue un rôle entre les températures extrêmes, l'hystérésis en joue un aussi entre les températures citées plus haut.

» Je me propose de continuer cette étude sur des échantillons à teneur croissante, en carbone, manganèse et nickel. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un moyen d'atténuer l'influence des courants industriels sur le champ terrestre, dans les observatoires magnétiques.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Depuis le 22 juin dernier, la traction électrique à trolley a été substituée à l'air comprimé sur la section des tramways nogentais comprise entre la porte de Vincennes et la gare de Nogent-sur-Marne; la distance minimum de la ligne à l'observatoire du Parc Saint-Maur est de 3200^m. L'influence des courants dérivés, dits *vagabonds*, se fait sentir sur nos courbes de variations magnétiques, qui restent plus ou moins troublées

pendant toute la durée du service quotidien; elle se manifeste, non par des déplacements soutenus des aimants, mais par des séries de vibrations, symétriques de part et d'autre de l'axe des courbes. L'effet produit, très variable, est en raison de la dépense d'énergie, et présente des maxima qui semblent correspondre principalement aux démarrages des voitures après les arrêts.

» Si le courant perturbateur faisait subir à l'axe magnétique de l'aimant des déplacements réels, il n'y aurait sans doute aucun mode de correction susceptible d'éliminer cette cause d'erreur; mais, en raison de la forme particulière des troubles observés, il est possible, sinon de les supprimer en toute rigueur, au moins de les atténuer jusqu'à les rendre négligeables dans la pratique. Il suffit pour cela de réaliser les trois conditions suivantes : 1° emploi de barreaux à section carrée ou rectangulaire, fortement aimantés; 2° augmentation, par l'addition d'une pièce de cuivre, du moment d'inertie du système oscillant; 3° usage d'un amortisseur.

» J'ai modifié d'après ces règles un déclinomètre et un bifilaire, en choisissant des barreaux carrés de $0^m,05$ de long sur 5^{mm} de large dont l'intensité d'aimantation soit voisine de 200, en employant un étrier de forme spéciale, qui augmente de $\frac{1}{3}$ environ le moment d'inertie du système oscillant, enfin, en disposant l'aimant de façon que l'une de ses faces oscille immédiatement au-dessus d'une plaque de cuivre rouge. La marche de ces deux appareils a été suivie régulièrement pendant quelque temps, au moyen de l'enregistrement habituel; la balance magnétique, déjà peu sensible de sa nature, se prêterait sans doute plus difficilement aux modifications nécessaires.

» L'enregistreur magnétique de M. Mascart permettant l'emploi d'un troisième instrument, j'en ai profité pour recueillir en même temps les indications fournies par un bifilaire normal; on peut ainsi juger, à première vue, de l'importance du mode de correction sur les variations de la composante horizontale.

» Une première série d'expériences a été faite à l'observatoire du Parc Saint-Maur. Grâce à l'obligeance de M. le Général Gouverneur de Paris, on a pu obtenir deux autres séries dans les forts de Vincennes et de Nogent, au voisinage plus immédiat de la cause perturbatrice (1).

---

(1) M. le Colonel Directeur de l'Artillerie du fort de Vincennes et M. le Commandant d'Armes du fort de Nogent nous ont donné les plus grandes facilités pour l'installation temporaire du magnétographe. Nous leur adressons tous nos remercîments.

» *Parc Saint-Maur.* — Du 7 au 12 juillet; distance du tramway, 3200^m. La déclinaison, et surtout la composante verticale, sont peu affectées, mais le barreau du bifilaire effectue, autour de sa position moyenne, des oscillations rapides, dont l'amplitude correspond, en certains moments, à 0,00020 (unités C. G. S.). Ces oscillations disparaissent presque complètement sur la courbe du bifilaire modifié.

» *Fort de Nogent.* — Du 19 au 28 juillet; distance du tramway, 1050^m. Une seconde ligne de tramways électriques, reliant Vincennes à Villemomble, passe au nord du fort, à une distance plus grande. En outre, les voitures des deux lignes, pour sortir du dépôt et y rentrer, circulent, au début et à la fin du service journalier, sur une route à 300^m seulement de la casemate dans laquelle était établi le magnétographe. Les oscillations de l'aiguille aimantée horizontale sont plus accentuées qu'au Parc Saint-Maur; leur amplitude dépasse fréquemment 0,00030 sur le bifilaire normal, tandis qu'elles sont à peine sensibles (0,00003 au maximum) sur le bifilaire modifié. La différence d'altitude entre la gare et le fort de Nogent étant de près de 50^m, les courants vagabonds auraient sans doute une action dissymétrique sur les variations de la composante verticale.

» *Fort de Vincennes.* — Du 12 au 19 juillet; distance du tramway, 240^m. Le magnétographe a été installé dans une cave, au pied du donjon. La ligne de tramways de Vincennes à Villemomble se trouve à 600^m de distance, dans la direction du nord; celle de Vincennes à Nogent passe devant l'entrée du fort. Dans ces conditions, l'influence du courant perturbateur est nécessairement considérable; elle se traduit, sur la courbe du bifilaire ordinaire, par des oscillations dont l'amplitude totale est par instants supérieure à 0,00050, soit $\frac{1}{400}$ de la composante horizontale, et se trouve réduite à 0,00005 environ sur le bifilaire spécial. Les troubles sont de l'ordre des dixièmes de minute sur la courbe du déclinomètre.

» Ainsi la méthode de correction, dans les conditions où elle a été appliquée, réduit dans la proportion de 10 à 1 environ l'influence du courant industriel sur l'appareil des variations de la composante horizontale. Il est très possible que les résultats puissent être améliorés, en augmentant encore le moment d'inertie et en faisant usage de barreaux plats d'une forme se rapprochant de celle des aiguilles d'inclinaison. Des expériences définitives ne sauraient être entreprises que dans un observatoire magnétique permanent : c'est dans ce but que les appareils ont été remis en observation dans notre ancien pavillon magnétique.

» Il importe de rechercher si les variations naturelles du champ terrestre ne subiraient pas elles-mêmes l'influence du mode de correction adopté. La longue période de calme magnétique qui dure depuis plusieurs mois ne permet pas de répondre catégoriquement sur ce point capital. Toutefois, à diverses dates, notamment les 24, 25 et 26 juillet, il s'est produit une certaine agitation magnétique dont les points extrêmes diffèrent, le 24, de 0,00063 pour la composante horizontale : les deux bifilaires établis à

Nogent donnent des courbes qui se superposent l'une et l'autre, même dans les détails, à la courbe correspondante relevée à l'observatoire du Parc Saint-Maur. On peut donc espérer que les modifications proposées ne troubleraient pas les phénomènes naturels, les variations de la force magnétique se traduisant nécessairement par le déplacement de l'axe magnétique de l'aimant, tandis que, comme le montrent les magnétogrammes, les courbes sont simplement et symétriquement épaissies, plus ou moins, sous l'influence des courants accidentels. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse des solutions concentrées d'hypochlorites.* Note de M. **André Brochet**, présentée par M. Moissan.

« Les premières phases de l'électrolyse des chlorures alcalins paraissent, à l'heure actuelle, très bien connues; il n'en est pas de même de la partie relative à la transformation de l'hypochlorite en chlorate, au sujet de laquelle un certain nombre de théories sont mises en avant.

» Sans vouloir entrer encore dans la théorie de cette transformation, je puis déjà dire qu'elle est d'ordre purement électrolytique. J'ai d'ailleurs démontré récemment que la formation primaire des chlorates était inadmissible ([1]).

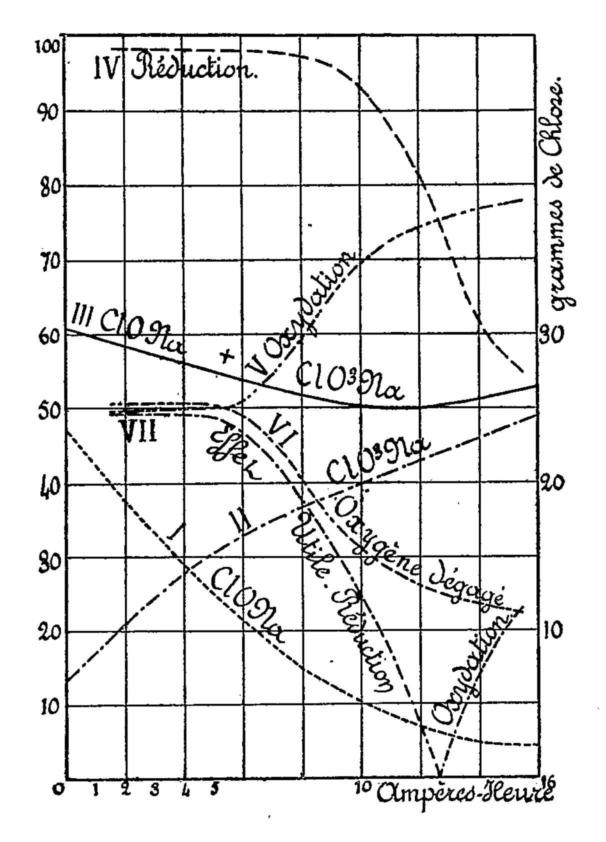
» Dans le but d'éclaircir la question de la transformation de l'hypochlorite en chlorate, j'ai pensé qu'il serait intéressant de faire l'électrolyse des solutions concentrées d'hypochlorites que l'on trouve dans le commerce, je me suis adressé au sel de sodium et j'ai fait plusieurs séries d'essais, afin d'étudier l'influence des alcalis, des chromates, etc.; j'ai fait également un essai avec le sel de potassium. Je voudrais aujourd'hui étudier l'action des alcalis, la seule intéressante. J'ai opéré de la même façon que je l'ai indiqué dans mes précédentes Notes ([2]). J'avais soin de maintenir la température constante en faisant circuler autour de l'électrolyseur un courant d'eau froide.

» Un premier essai fut fait avec une solution marquant 37° chlorométriques et tenant, par litre, $10^{gr},4$ de $NaOH$. Les résultats sont portés sur le graphique ci-joint.

Les courbes I, II, III représentent l'hypochlorite, le chlorate et le mé-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1624.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 134 et 718.

lange des deux sels, évalués en chlore correspondant pour 200^{cc} (Cl^2 pour $ClONa$ et $3Cl^2$ pour ClO^3Na). La teneur en hypochlorite décroît rapidement au début de l'opération, puis plus lentement, puis finalement devient constante. La solution marque alors 3°,5 chlorométriques. Le chlorate croît d'une façon très rapide au début, puis plus lentement, enfin régulièrement. Quant au mélange des deux sels, il décroît au début, puis croît à



la fin, suivant d'ailleurs la marche générale de l'électrolyseur dont l'effet utile est, au début, une réduction et à la fin une oxydation, comme nous le verrons dans un instant.

» La courbe IV représente la *réduction cathodique,* elle est à peu près constante au début et correspond à 97-99 pour 100 de l'intensité pendant un temps assez long, puis, lorsque la teneur en chlore actif correspond à 15° environ, la réduction diminue alors assez rapidement pour devenir à nouveau constante; elle représente alors 55 pour 100 de l'intensité. La courbe V donne l'*oxydation anodique,* également constante au début et

représentant 50 pour 100 de l'intensité. Cette oxydation commence également à varier, mais un peu plus tôt et lorsque la solution correspond à 20°. L'oxydation croît peu à peu et finalement atteint une valeur limite correspondant à 78 pour 100 de l'intensité. La courbe VI, représentant l'oxygène dégagé, est complémentaire de la précédente. De même la courbe de l'hydrogène dégagé qui ne figure pas serait complémentaire de celle de la réduction.

» Voyons enfin la courbe VII, qui représente l'effet utile du courant. Cette courbe se compose de deux parties : dans la première phase de l'électrolyse, la réduction cathodique étant plus élevée que l'oxydation anodique, l'effet utile sera une réduction; puis, le degré chlorométrique baissant, la réduction diminue tandis que l'oxydation augmente : il arrive donc un moment où l'oxydation égale la réduction; l'effet utile du courant serait donc nul s'il n'y avait la transformation de l'hypochlorite en chlorate, il est nul au point de vue du dosage de l'oxygène total. Ensuite l'oxydation devenant plus grande que la réduction, l'effet utile sera alors une oxydation. La courbe VII passera donc par zéro et changera de signe ou du moins représentera dans la seconde partie une oxydation et non une réduction. L'effet utile limite sera donc une oxydation correspondant à 25 pour 100 de l'intensité.

» Dans le but d'étudier l'action de l'alcalinité, j'ai fait deux autres essais, avec des solutions marquant 35°,5 et 35°,25 et tenant 32^{gr} et 144^{gr} $NaOH$ par litre; dans tous les cas la perte en hypochlorite est sensiblement la même, mais naturellement lateneur limite varie avec le degré d'alcalinité; elle est de 0°,3 et 0°. L'augmentation du chlorate suit la même progression que dans la première expérience. Il a cependant tendance à s'élever plus rapidement en même temps que la teneur en alcali. La somme chlorate plus hypochlorite dans tous les cas décroît d'abord, passe par un minimum pour s'élever ensuite.

» Voyons maintenant les résultats de la méthode gazométrique. Dans tous les cas, la réduction est sensiblement la même au début; elle commence à diminuer pour des valeurs à peu près égales, *l'alcalinité n'a donc pas d'influence sensible sur la réduction de l'hypochlorite*. Cette réduction diminue d'autant plus que le liquide est plus alcalin, mais cela n'infirme en rien la conclusion précédente; cela tient uniquement à ce que plus le liquide est alcalin, plus le degré chlorométrique limite tend vers zéro et, par conséquent, moins la réduction est élevée.

» Au début de l'électrolyse, la fraction d'intensité correspondant à

l'oxydation anodique est également la même dans les trois cas, environ 50 pour 100. C'est également un fait assez curieux, mais tandis que dans la première expérience l'oxydation, d'abord constante, s'élève peu à peu pour atteindre comme valeur limite 78 pour 100, dans la seconde elle reste sensiblement constante, et dans la troisième elle décroît considérablement et finit par atteindre 8 pour 100.

» Il y a là un fait intéressant à noter, qui s'explique très simplement. Nous avons en présence trois produits en solution : hypochlorite, chlorure et hydrate; on peut même ajouter chlorate, mais en milieu alcalin ce dernier se comporte à peu près comme l'hydrate.

» Au début de l'électrolyse, l'hypochlorite est en grand excès par rapport aux autres, c'est donc surtout lui qui est électrolysé, d'où des valeurs à peu près semblables; mais lorsqu'il diminue, l'alcali et le chlorure entrent en jeu : si l'alcali est en faible quantité, il y a surtout électrolyse du chlorure et en conséquence grande radiation; si, au contraire, l'alcali est en quantité notable, l'oxydation sera d'autant plus faible qu'il y en aura plus. En somme, lorsque l'hypochlorite disparaît, la solution se comporte comme une solution alcaline de chlorure.

» L'effet utile a sensiblement la même valeur dans tous les cas; en effet, plus il y a d'alcali, plus l'oxydation diminue, mais il en est de même de la réduction. Il y a seulement lieu de remarquer qu'il devient d'autant plus rapidement nul et que l'oxydation apparente limite sera d'autant plus faible que la solution renfermera plus d'alcali.

» En définitive, l'électrolyse d'un hypochlorite se comporte finalement comme celle d'un chlorure et tend vers les mêmes limites. Il y a donc peu d'espoir de faire par électrolyse directe des solutions concentrées d'hypochlorite, même par l'addition de chromate, ce qui, d'ailleurs, enlèverait toute application aux solutions ainsi obtenues. »

CHIMIE. — *Sur le gadolinium;* Note de M. **Eug. Demarçay.**

« Le gadolinium découvert par Marignac et que M. Lecoq de Boisbaudran a caractérisé par son beau spectre de bandes (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 472), a été depuis le sujet de recherches de Bettendorf (*Liebig's Annal.*, t. CCLXX, p. 376) et récemment de Benedick (*Zeitsch. f. anorg. Chem.*, t. XXII, p. 393). La gadoline de ces savants contenait vraisemblablement, outre de petites quantités de terbine manifestée par la couleur jaune de

l'oxyde (qui est blanc à l'état pur) une certaine quantité de $\Sigma - Z_\varepsilon$ qu'ils n'ont pas éliminé (intentionnellement du moins).

» Dans le courant de mes fractionnements j'ai été amené à isoler une quantité assez forte d'azotate double de magnésium et de gadolinium. Le spectre de la gadoline que j'en ai tirée, examiné tant à l'étincelle de ma bobine à gros fil induit qu'à l'absorption et au renversement, n'a montré que quelques traces minimes des plus fortes raies du $\Sigma - Z_\varepsilon$ et (chose assez surprenante) de l'yttrium. Les plus fortes raies de ce spectre si sensible n'y sont pourtant encore que très faibles; j'estime ces traces d'yttria à moins de $\frac{1}{10000}$. A l'absorption, on ne voit absolument rien entre 350 et le rouge sous 15^{cm} d'épaisseur d'azotate hydraté fondu; au renversement de même.

» Cette gadoline, au premier aspect, paraît blanche comme de la magnésie; avec un peu d'attention, on remarque dans les fentes de la masse quelques reflets un peu jaunâtres. Cette faible teinte doit provenir d'une trace de terbine, car ces deux terres sont très difficiles à séparer. Les sels sont, du reste, incolores pour les plus fortes épaisseurs. L'azotate magnésien double fond à 77°,5-78°. L'azotate simple à $6H^2O$ vers 91°,5-92°. Ce dernier nombre est un peu incertain. A cette température, l'azotate à $6H^2O$ semble perdre de l'eau et se transformer en azotate moins hydraté, qui reste dissous et doit abaisser le point de fusion.

» Cette gadoline montre avec éclat le spectre de bandes de M. Lecoq de Boisbaudran. Il est cependant moins recommandable pour la recherche par voie photographique du gadolinium, ou, quand on emploie une dispersion un peu forte, que le spectre de lignes, qui s'est montré fort utile et ne perd rien à la dispersion. Voici, entre λ480 et λ350, les principales lignes de ce spectre, qui n'a pas encore été décrit :

λ.	Force.	λ.	Force.	λ.	Force.
4583,1	7 (1)	4252,7	8	4191,8	8
4522,5	7	4239,8	7	4184,8	10
4346,8	10	4230,9	6	4176,2	6
4342,3	9	4218,4	7	4163,3	6,5
4316,5	6	4216,2	7	4155,3	6
4296,8	10	4213,0	8	4140,9	6
4281,1	9	4205,8	7,5 (2)	4137,3	8
4262,9	11	4198,6	8	4132,4	10

(1) Voisine d'une forte raie de $\Sigma - Z_\varepsilon$.

(2) Coïncide avec une très forte raie de $\Sigma - Z_\varepsilon$.

λ.	Force.	λ.	Force.	λ.	Force.
4130,3	11 [3]	3886,1	9	3713,1	8
4111,6	7	3895,0	9	3698,1	7
4098,6	13	3867,3	7	3671,4	7
4093,8	6	3863,2	6	3664,7	10
4087,7	6,5	3852,6	11	3662,4	6
4085,7	9	3844,8	9	3656,3	8
4078,3	10	3842,5	9,5	3654,7	8
4073,7	10	3840,0	8	3651,1	6
4070,4	8	3837,3	7	3646,3	11
4063,4	9	3835,2	7	3634,6	6
4058,2	6	3827,6	6	3624,9	6
4053,7	9	3817,0	6	3617,1	6
4049,8	12	3814,2	10	3113,4	6
4039,7	8	3805,6	9	3610,9	7
4037,6	9	3796,8	11	3608,8	6,5
4028,2	7	3792,8	8	3600,9	6
4023,4	6	3791,5	8	3592,6	7
4013,9	7	3788,1	8	3584,9	9
4009,1	8	3782,7	9	3581,8	7
4005,2	7,5	3771,2	9	3578,3	6
4001,6	6	3768,9	11	3574,7	6
3994,4	6	3764,8	7	3571,8	6
3987,9	6,5 [4]	3761,3	6	3558,2	7
3974,7	6	3744,0	10	3557,0	7
3959,9	10	3740,6	7	3549,3	10,5
3958,0	9,5	3733,6	7	3545,7	10
3916;7	10	3731,4	7	3542,6	6
3902,6	8	3719,9	9	3511,7	9

» Le maximum de force dans l'échelle est 16; le minimum 1.

» Dans ce spectre, les raies les plus persistantes sont 3549,3 et 3545,7 qui avec les plus fortes, du reste, du spectre constituent une bonne réaction du gadolinium. Cette réaction, très inférieure en sensibilité à celles de l'yttrium, ytterbium, $\Sigma - Z_\varepsilon$, permet néanmoins de déceler la gadoline directement dans presque toutes les terres rares brutes.

» Le poids atomique du gadolinium a été trouvé voisin de 155 par les différents savants qui s'en sont occupés. Dans quelques essais, j'ai trouvé aussi un nombre voisin. Je le crois un peu fort par suite des défauts de la méthode (synthèse ou analyse du sulfate anhydre) employée par tous les observateurs et moi-même. »

(3) Coïncide avec une très forte raie de $\Sigma - Z_\varepsilon$.

(4) Très voisine d'une forte raie de l'ytterbium double.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la diphénylcarbazide comme réactif très sensible de quelques composés métalliques.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Armand Gautier.

« La diphénylcarbazide, ainsi que je l'ai indiqué dans une Note précédente (¹), se transforme en diphénylcarbazone en perdant 2 atomes d'hydrogène sous l'influence de certains oxydes et sels métalliques. Dans cette réaction, la diphénylcarbazone formée reste combinée aux métaux en donnant des laques colorées.

» Les sels de cuivre et de mercure, les persels de fer en particulier, agissent à froid au sein de l'eau et forment des dérivés cuivreux, mercureux et ferrugineux d'une intensité colorante considérable, permettant de déceler ces métaux dans des solutions au $\frac{1}{100000}$.

» La diphénylcarbazide, utilisable comme réactif, doit être blanche et pure. On l'obtient ainsi en la faisant cristalliser dans l'acide acétique concentré, ou mieux l'acétone, et séchant à 60°.

» On dissout dans la benzine à froid la diphénylcarbazide, d'ailleurs peu soluble dans ce dissolvant; c'est le réactif à employer. Il suffit d'agiter avec cette solution benzénique les solutions très diluées de cuivre, de mercure et de ferricum pour obtenir les colorations spécifiques. Ces solutions doivent être neutres ou faiblement acides.

» Si la concentration de ces solutions métalliques est au millième ou davantage, une addition alcoolique de diphénylcarbazide est la façon la plus simple de faire la réaction.

» Les sels de cuivre développent rapidement une belle couleur violette qui passe dans la benzine et résiste à l'agitation avec une solution de ferrocyanure de potassium. Les sels de mercure donnent une teinte bleu pensée; les sels de ferricum, une coloration fleur de pêcher devenant couleur feuille morte par agitation avec le ferrocyanure.

» Les solutions au $\frac{1}{100000}$ sont très nettement décelables, alors qu'elles échappent aux réactifs ordinaires de ces métaux.

» Ces colorations sont détruites par les acides minéraux et les acides organiques en excès.

» Les antres sels métalliques ne donnent pas ces réactions. Les sels d'or

---

(¹) *Comptes rendus*, juin 1900.

et les sels d'argent donnent toutefois des teintes rosées avec précipitation de métal. Mais aucune confusion n'est possible.

» La diphénylcarbazide permet, en outre, de déceler le chrome à l'état d'acide chromique dans les solutions au millionième et plus étendues encore, cela d'une façon remarquable et très nette, qui ne prête à aucune confusion possible avec les trois métaux précédents. Il suffit d'acidifier les solutions aqueuses d'acide chromique ou de chromate avec de l'acide chlorhydrique; on ajoute de la diphénylcarbazide en poudre en excès et l'on agite : une couleur violette magnifique se développe; elle est due sans doute à la formation d'un composé organométallique chromé de nature basique. Sa grande stabilité en présence d'un excès d'acides, même minéraux, la rend tout à fait caractéristique.

» Aucun métal ne donne cette réaction. La couleur n'est pas enlevée à l'eau par la benzine; mais elle passe dans l'alcool amylique.

» La réaction classique de l'acide perchromique est bien moins sensible.

» L'éclat et la pureté de ces réactions les rendront certainement précieuses dans les recherches spéciales toxicologiques ou autres. »

CHIMIE ANIMALE. — *Étude préliminaire du chimisme de l'encéphale* (¹). Note de M. **N.-Alberto Barbieri**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les altérations *post mortem* du tissu nerveux sont, comme on le sait, les plus lentes à se produire. On se propose d'étudier, dans ce Travail, quels sont les principes de l'encéphale, après qu'il a été laissé douze à dix-huit heures dans l'étuve à la température de 45°.

» Le cerveau des chiens, moutons, veaux, bœufs, une demi-heure ou une heure après la mort, est complètement débarrassé de son sang, des enveloppes conjonctives et des vaisseaux sanguins, finement broyé et délayé dans le triple de son poids d'eau distillée bouillie. Cette émulsion, d'une odeur rappelant la sécrétion cutanée de l'animal, mélangée dans un ballon avec de la levure de bière, est laissée pendant dix-huit à vingt heures à l'étuve à la température constante de 45°.

» On dispose le ballon de manière à pouvoir recueillir l'acide carbonique qui se dégage. Le volume de l'acide carbonique formé est en centimètres cubes égal environ au poids en grammes du cerveau employé. Par la distillation fractionnée, on s'assure de la formation simultanée d'un peu d'alcool (²). Avant que les premières gouttes

(¹) Laboratoire de Chimie biologique de la Faculté de Médecine de Paris.

(²) A l'aide de la méthode de M. Armand Gautier, on a trouvé du glycogène dans l'encéphale ainsi que dans les nerfs.

passent à la distillation, il se fait encore un dégagement de gaz carbonique qui, ainsi que M. Berthelot l'a observé dans ses recherches sur l'alcool des plantes, n'est pas en rapport avec la fermentation alcoolique [1]. En même temps, il se dégage un gaz d'odeur aliacée, peu soluble dans l'éther, insoluble dans l'eau, qui, en perdant complètement son odeur, réduit le nitrate d'argent ammoniacal et alcoolique, ainsi que le nitrate mercurique. Ce gaz, très réducteur, est l'hydrogène phosphoré, comme on l'a constaté à l'analyse. On réunit les différents produits de la distillation (sauf la partie qui a servi à rechercher l'alcool) et l'on ajoute la liqueur séparée, par décantation et filtration, des parties de la matière nerveuse insoluble restée dans le ballon. On a ainsi deux portions bien distinctes, l'une liquide, l'autre solide.

» La partie liquide est traitée par un excès de potasse alcoolique et d'alcool à 90°, jusqu'à ce qu'une légère odeur aromatique se manifeste. On filtre, on distille et l'on recueille le distillé dans un flacon qui contient quelques gouttes d'acide sulfurique étendu. L'acide sulfurique est neutralisé par l'eau de baryte; par filtration, on sépare le sulfate de baryte formé. La liqueur aromatique est traitée par l'éther et, à l'aide d'un entonnoir à décantation, on sépare l'éther (*a*) de l'eau (*b*).

» A l'éther (*a*) ainsi séparé, on ajoute de l'éther anhydre contenant un peu de gaz HCl sec. On obtient deux corps : l'un qui précipite en flocons blancs, changeant rapidement de couleur, d'odeur de seringa et qui est probablement le chlorhydrate d'une ptomaïne; l'autre, qui reste en solution, paraît de nature phénolique.

» L'eau (*b*), débarrassée complètement de tout éther qui a servi à l'épuiser, est additionnée de quelques gouttes d'acide chlorhydrique et réduite au bain-marie au quart de son volume primitif. On évapore dans le vide cette partie ainsi réduite et l'on obtient un corps cristallisé en aiguilles blanches. Ce corps, intermédiaire entre la leucine et la butalanine [1], se sublime sans fondre à 270°, est soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et le chloroforme. Le résidu alcalin, très légèrement acidifié par l'acide sulfurique dilué, permet de recueillir dans l'éther les acides gras volatils qu'on reconnaît être les acides formique, butyrique et valérianique.

» La partie solide insoluble dans l'eau, séchée au bain-marie puis dans le vide, est réduite en poudre impalpable et traitée par l'éther bouillant. Après évaporation de la solution éthérée, on en sépare, par les méthodes classiques, la cholestérine (fusible à 145°), la margarine, la stéarine, l'oléine et un autre corps gras qui fond à 130° et d'une odeur rappelant la saumure de poisson.

» Enfin, après avoir chassé l'éther restant après l'épuisement éthéré du résidu insoluble, on reconnaît que ce résidu, insoluble à froid comme à chaud dans l'eau, les acides, les alcalis, mais légèrement soluble dans l'acide lactique, est probablement formé en grande partie de kératine.

» L'encéphale d'un mammifère (chien, mouton, etc.) séché dans le vide avec toutes les précautions, et traité comme ci-dessus, donne les mêmes résultats.

---

(1) On s'est assuré que, dans l'encéphale, il y a des traces d'alcool préformé.

(2) On a vu l'acide hyppurique et le glycocolle.

» L'encéphale des chiens et des lapins morts d'inanition ne subit presque pas de fermentation alcoolique.

» La quantité considérable d'hydrogène phosphoré formé dès les premières heures où le cerveau est mis à l'étuve à 38°-45° nous porte à admettre dans ce tissu l'existence d'une phosphine ou d'un corps phosphoré organique dans lequel le phosphore se trouve faiblement combiné. L'acide valérianique préexistant dans le cerveau frais, et en quantités sensibles, paraît justifier l'emploi de la valériane dans les formes dépressives de certaines maladies nerveuses. Peut-être un jour saura-t-on rattacher la formation de l'acétone (en particulier dans le diabète) à la présence constatée des butyrates et de la butyrine dans ce tissu.

» Je me propose, dans une étude ultérieure, de rechercher quelle relation existe entre les corps isolés par cette méthode et ceux qui se trouvent dans l'encéphale qui n'a subi aucune modification. Ce sera le cas de voir alors quels sont les principes que l'on doit considérer comme primitifs ou comme des produits de dédoublement ou d'altération de ces principes normaux. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la solubilisation des matières azotées du malt* (1). Note de MM. **P. Petit** et **G. Labourasse**.

« MM. Windisch et Schellhorn ont publié, dans *Wochenschrift für Braueri* du 15 juin, un travail sur *un enzyme protéolytique de l'orge germée*. Quelques jours plus tard, MM. Fernbach et Hubert présentaient à l'Académie leur étude sur *la diastase protéolytique du malt* (*Comptes rendus* du 25 juin 1900). Sans vouloir soulever aucune question de priorité, nous croyons devoir présenter quelques expériences faites dans l'année 1898-1899.

» Nous avons opéré sur un malt de champagne, faiblement touraillé; les infusions dans l'eau distillée faites pendant deux heures à diverses températures étaient filtrées; une partie bouillie deux heures au réfrigérant ascendant était filtrée et ramenée au volume primitif; sur les deux liquides, bouilli et non bouilli, on a dosé :

» 1. Azote total, ce qui donne par différence l'azote coagulable.

» 2. Azote précipité par l'acide phosphotungstique.

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie agricole de l'Université de Nancy.

» 3. Azote précipité par le sulfate de zinc, et répondant aux corps désignés par Windisch sous le nom d'*albumoses*.

» 4. Azote à l'état d'ammoniaque formé après l'action de l'acide chlorhydrique étendu et bouillant.

» Les nombres suivants se rapportent, en milligrammes, à 100^{cc} de solution non bouillie :

Température.	Azote total.	Azote coagulable.	Acide phospho-tungstique.	SO^4Zn.	H Cl.
16°........	419	137	205	131	68
30..........	457	134	208	227	77
40..........	505	130	245	238	116
45..........	555	123	244	234	101
55..........	575	118	240	222	80
62..........	524	94	196	163	66
68..........	416	9,8	96	151	64
74..........	380	traces	40	141	59

» On constate une augmentation continue de l'azote soluble, le maximum ayant lieu vers 55°; les substances coagulables diminuent régulièrement et à partir de 62° on a de nouveau une décroissance de l'azote total.

» On peut expliquer ces variations, soit par l'existence d'un enzyme rendant solubles les matières coagulables, soit par un double phénomène : d'une part, la coagulation augmentant d'intensité avec la température, mais commençant déjà pendant l'infusion et, d'autre part, l'action exercée par un enzyme sur les matières azotées insolubles du malt.

» D'ailleurs on ne peut indiquer avec certitude la nature des corps ainsi rendus solubles, puisque les divers réactifs employés précipitent partiellement les mêmes substances : en effet, la somme des quantités d'azote dosées séparément est supérieure de beaucoup à l'azote total : il faut noter aussi, comme autre cause d'obscurité, que l'acide chlorhydrique agit sur les matières coagulables pour les solubiliser.

» Cette action perturbatrice est éliminée quand on étudie le liquide bouilli, qui donne de même par 100^{cc} :

Température.	Azote total.	Acide phospho-tungstique.	SO^4Zn.	H Cl.
16°..............	282	56	122	51
30..............	323	75	192	52
40..............	375	128	211	74
45..............	432	107	182	77
55..............	457	82	160	75

Température.	Azote total.	Acide phosphotungstique.	SO^4Zn.	HCl.
62°	430	63	147	64
68	406	49	132	64
74	380	39	114	59

» Ici encore nous avons des catégories de substances précipitées par plusieurs réactifs employés, puisque la somme des azotes partiels est supérieure en certains cas à l'azote total, mais il est à remarquer que cette somme des azotes partiels va en croissant jusqu'à la température de 40°-45°, puis va en décroissant régulièrement : nous pouvons remarquer que le maximum est atteint pour cette même température entre 40° et 45° pour les matières précipitées par l'acide phosphotungstique, et par le sulfate de zinc, comme aussi pour celles changées en ammoniaque par les acides : au contraire l'azote total augmente jusqu'à 55° environ; il y a donc des matières azotées solubles non coagulables qui échappent aux dosages précédents. Verbno de Laczinsky a signalé la présence de composés xanthiques dans le malt et nous avons observé une formation d'arginine; nous nous proposons d'indiquer, dans une Note ultérieure, les conditions dans lesquelles se forme l'arginine. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action du liquide de la prostate externe du hérisson sur le liquide des vésicules séminales; nature de cette action.* Note de MM. L. Camus et E. Gley, présentée par M. Bouchard.

« Dans une Note publiée l'année dernière dans les *Comptes rendus* (5 juin 1899), nous avons montré que le liquide de la prostate externe ou glande de Cooper du hérisson coagule le liquide des vésicules séminales du même animal. Nous avons vu ensuite [1] que ce liquide prostatique agglutine divers éléments figurés, tels que les globules rouges et les globules du lait; il agglutine aussi les spermatozoïdes, ceux du cobaye comme ceux du hérisson. Or, la sécrétion vésiculaire contient un grand nombre de corpuscules solides, plus ou moins analogues aux corps décrits, chez d'autres animaux, sous le nom de *sympexions*, et le liquide prostatique

[1] L. Camus et E. Gley, *Présence d'une substance agglutinante dans le liquide de la prostate externe du hérisson* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 725; 29 juillet 1899).

agglutine ces éléments. La question se posait donc de savoir si l'action coagulante de ce dernier ne se ramène pas simplement à un phénomène d'agglutination.

» Voici les raisons qui nous font penser qu'il n'y a pas là, à proprement parler, coagulation sous l'influence d'une diastase coagulante.

» Le suc de la prostate externe, acidifié (par l'acide chlorhydrique) ou alcalinisé (par la soude), agit comme le suc normal, qui est neutre.

» Il n'y a pas entre la quantité de liquide vésiculaire et la quantité de liquide prostatique la disproportion qui s'observe d'ordinaire entre les quantités de ferment et de matière fermentescible. Dans notre Note de l'année dernière nous disions que « la quantité du liquide coagulant n'est » point en proportion avec la quantité de substance coagulable », mais nous ajoutions que cependant ce principe ne nous avait pas paru aussi actif que le ferment de la prostate du cobaye. De fait, pour précipiter une quantité donnée de liquide vésiculaire, il faut une quantité presque égale de ce liquide prostatique; si l'on diminue la proportion de ce dernier, on diminue d'autant le volume du précipité; il se forme bien toujours un précipité, mais la masse en est minime. Et si l'on opère avec de faibles doses, ce rapport entre la quantité des deux solutions qui réagissent l'une sur l'autre pourra échapper à l'attention; on ne sera frappé que de la formation du précipité. Or, il arrive souvent que l'on n'a à sa disposition ces produits glandulaires qu'en petites quantités.

» D'autre part, le suc prostatique, dilué dans l'eau distillée, puis filtré, peut être chauffé à 80° pendant vingt minutes, et même à 95° pendant deux ou trois minutes, sans perdre son activité; il détermine la prise en colle du liquide vésiculaire comme le suc naturel. Quand on chauffe ce dernier à 70°, il se coagule; la très petite portion qui reste liquide est inactive, comme nous l'avons dit l'année dernière; c'est que le principe actif reste fixé sur le coagulum produit par la chaleur. En se servant d'une solution dans l'eau distillée, qui peut être portée à des températures supérieures à 90° sans se coaguler, on constate, au contraire, que le principe actif résiste à ces températures élevées, contrairement à ce qui arrive avec les ferments connus. Ce caractère sépare donc des ferments proprement dits le corps dont il s'agit et le rapproche des agglutinines.

» Quant à son action spéciale sur le liquide vésiculaire, elle n'est pas très importante au point de vue qui nous occupe. Il est bien vrai que le liquide vésiculaire n'est coagulé que par le suc de la prostate externe, du moins d'après ce que nous avons vu jusqu'à présent. Mais on sait qu'il y a des agglutinines spécifiques.

» Ainsi le principe actif de cette glande agglutine les hématies, les globules du lait, les spermatozoïdes, comme les éléments figurés du liquide vésiculaire, normalement ou après avoir été porté, préalablement dissous dans l'eau distillée ou dans l'eau salée, à des températures comprises entre 80° et 100°. Mais il donne lieu aussi, dans ce même liquide vésiculaire, à un autre phénomène.

» Si, en effet, on dilue ce liquide dans l'eau distillée (volumes égaux) (1) et qu'on filtre, on voit que dans ce filtrat clair une goutte d'une dilution de suc prostatique détermine rapidement un précipité blanc. Ce précipité en grumeaux blanchâtres se forme également quand le suc prostatique a été préalablement chauffé à 80° (2).

» Il résulte de ces expériences que le phénomène de prise en colle de la *vésiculine* du hérisson, que nous avons décrit l'année dernière, est complexe, consistant en une agglutination et une précipitation sous l'influence du suc de la glande prostatique externe. Ce qui s'agglutine, ce sont les éléments figurés dont il est facile de constater la présence. Ce qui se précipite, c'est sans doute une matière albuminoïde. Il faudra rechercher quelles sont les conditions de cette précipitation. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur quelques propriétés et réactions du liquide de la prostate interne du hérisson.* Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard (3).

« Nous avons annoncé l'année dernière (4) que le liquide de la prostate interne du hérisson coagule le produit de sécrétion de la prostate externe

(1) Cette solution, chauffée au bain-marie entre 52° et 53°, ne précipite pas; chauffée à 55° pendant deux ou trois minutes, elle se coagule. La plasmase n'agit pas sur cette solution.

(2) Le suc de la prostate externe, dilué dans l'eau distillée et centrifugé, agit aussi sur d'autres liquides organiques riches en matières albuminoïdes, tels que le sérum sanguin, le lait centrifugé, où il provoque une précipitation abondante. Mais quand on se sert du suc naturel et qu'on n'en emploie pas des quantités suffisantes, cette action peut échapper à l'attention. C'est ce qui nous était arrivé l'année dernière, alors que, croyant avoir affaire à une diastase, nous agissions avec des quantités disproportionnées du ferment supposé et de la matière fermentescible.

(3) L'Académie décide que cette Note, faisant immédiatement suite à la précédente, sera insérée dans le même numéro des *Comptes rendus.*

(4) L. Camus et E. Gley, *Action coagulante du liquide de la prostate externe du hérisson sur le contenu des vésicules séminales* (*Comptes rendus,* 5 juin 1899).

(ou glande de Cooper) du même animal. Comme nous le disions à ce moment, ce phénomène mérite une étude attentive.

» Indiquons d'abord brièvement les principales propriétés de ce liquide prostatique interne. On peut le recueillir en assez notable quantité, quand les organes sont dans leur plein fonctionnement; ainsi un gros hérisson, du poids de 720^{gr}, nous en a fourni 2^{gr},20; on n'en obtient malheureusement pas toujours autant. Ce liquide clair ([1]), un peu jaunâtre, légèrement visqueux, est d'une grande amertume. Il est très alcalin au papier de tournesol. Quand on le neutralise par l'acide chlorhydrique, il se produit un abondant dégagement gazeux. Neutralisé par le même acide, il précipite par l'ébullition. Quand on l'additionne d'eau distillée, il se forme un léger louche. Chauffé tel quel à 100°, pendant deux minutes, il se coagule en masse. L'alcool détermine un précipité volumineux. Le précipité alcoolique, centrifugé, desséché et repris par l'eau distillée qui le dissout, possède les principales propriétés physiologiques du liquide originel, que l'on verra ci-dessous. Le principe actif ne dialyse pas; après une dialyse d'une durée de trois jours, le liquide resté dans le dialyseur est encore un peu amer et légèrement alcalin; desséché et redissous dans l'eau, il a l'action du liquide primitif.

» Quelles sont les propriétés physiologiques de cette sécrétion? L'expérience dont nous sommes partis est la suivante : si, dans une goutte du liquide prostatique externe du hérisson, on fait tomber une gouttelette du liquide en question, et qu'on agite pour opérer le mélange ou bien qu'on laisse la réaction se faire d'elle-même, dans les deux cas il se produit une masse gélatineuse, épaisse, gluante comme une colle et élastique; seulement, dans le second cas, il faut environ six minutes pour que la réaction soit terminée; puis rapidement un sérum incolore, abondant, se sépare de la masse. Or, si l'on a préalablement chauffé à 90° et même à 100° pendant quelques minutes le suc prostatique, celui-ci n'en conserve pas moins son pouvoir, et, sous son influence, le liquide de la prostate externe se prend en colle de la même façon. Ce fait, d'après ce que nous savons actuellement des diastases, suffit à distinguer de ces corps le principe actif de la sécrétion que nous étudions.

» En quoi donc consiste cette espèce de coagulation qu'il détermine? Nous avons reconnu qu'il a la propriété d'agglutiner les corpuscules qui se

---

([1]) Au microscope on y découvre cependant des éléments figurés qui ressemblent à des sympexions.

trouvent dans le liquide de la prostate externe. De plus, si l'on dilue ce dernier dans l'eau distillée et qu'on filtre, il donne lieu dans le filtrat à la formation d'un fin précipité blanc. Sa solution dans l'eau distillée, après filtration, possède les mêmes propriétés. Cette solution, chauffée au delà de 90°, agit aussi de même.

» Il était alors important de voir si cette substance n'agirait pas sur d'autres liquides organiques contenant des éléments figurés et sur d'autres matières albuminoïdes.

» Nous avons aisément constaté que le liquide prostatique, préalablement desséché et redissous dans l'eau distillée, agglutine les hématies (du cobaye et du lapin), les globules du lait, les spermatozoïdes. D'autre part, il produit un précipité plus ou moins fin, en grumeaux blancs, dans le plasma sanguin, dans les solutions de plasmase, chauffées à 76° ou non chauffées, dans le lait centrifugé, dans le lait bouilli, dans une solution de l'albumine de l'œuf dans l'eau distillée, dans les solutions de vésiculine du cobaye dans l'eau distillée ([1]). Et son pouvoir de précipitation reste le même après qu'il a été porté à l'ébullition ou après qu'on l'a neutralisé par l'acide chlorhydrique ([2]). La seule substance protéique sur laquelle nous ne l'ayons pas vu agir c'est la vésiculine du hérisson (contenu des vésicules séminales).

» La substance active sécrétée par la prostate interne du hérisson ne constitue donc pas un ferment, ni même une agglutinine spécifique. Son pouvoir général d'agglutination et de précipitation lui assure pour le moment, parmi les corps agglutinants ou coagulants, une place à part.

» Ce même pouvoir, comme on l'a vu dans la Note précédente, est possédé par le liquide de la prostate externe. La seule différence essentielle que nous ayons jusqu'à présent relevée entre ces deux liquides est que le premier n'agit pas sur la *vésiculine* du hérisson. »

([1]) Sur le contenu en nature des vésicules séminales du cobaye, il n'agit nullement comme la vésiculase (ferment de la prostate) de ce dernier animal; il n'en provoque nullement la coagulation solide, cireuse, caractéristique; il ne solidifie que légèrement la masse, en raison sans doute de son action sur une des matières protéiques qui s'y trouvent.

([2]) Dans cette dernière condition, nous ne l'avons encore fait agir, il est vrai, que sur le liquide prostatique et sur le lait.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques* Alpheidæ *des côtes Américaines* (*Collection de l'U. S. National Museum, Washington*). Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. Ed. Perrier.

« La connaissance des *Alpheidæ*, particulièrement des espèces américaines, est augmentée dans une large mesure par une très importante collection que l'U. S. National Museum de Washington a bien voulu nous communiquer pour l'étude, et qui renferme plus de 3000 spécimens. Parmi ces riches matériaux se trouvent ceux recueillis par les expéditions de l'*Albatross*, du *Grampus*, de l'*U. S. Fish Commission*, les collections faites sur les côtes de la Floride, du Brésil, des Antilles, de la Californie, et en divers points du globe hors d'Amérique par un grand nombre de naturalistes.

» Le genre *Alpheus* Fabr. est augmenté de deux espèces nouvelles. La première, *A. Rathbuni* H. C., recueillie par l'*Albatross* sur les côtes de la Floride (St. 2409), est voisine de l'espèce *A. intrinsecus* Sp. Bate (Challenger) de la même région atlantique. La seconde espèce, *A. Faxoni* H. C., a été trouvée par l'*Albatross* dans le golfe de Panama et par le *Grampus* aux îles Bahamas. Elle est voisine de l'espèce de nos côtes, *A. ruber* H. M.-Edwards.

» Un spécimen portant dans la collection le nom d'*Athanas Ortmanni* Rankin constitue en réalité une nouvelle espèce du genre *Jousseaumea* H. C., intéressante à un double titre. Par la forme de la grande pince et du méropodite de la première paire, cette espèce crée une transition réelle entre les genres *Athanas* Leach et *Jousseaumea* H. C., transition que, dans un travail antérieur ([1]), nous avons montré devoir exister, en nous appuyant sur la morphologie des espèces jusqu'alors connues. En second lieu, la découverte de la nouvelle espèce aux îles Bermudes (G. Brown Goode, 1876) élargit singulièrement l'aire de distribution du genre *Jousseaumea* : nous en avons fait connaître trois espèces de la mer Rouge (Obock, Dr Jousseaume; Djibouti, H. Coutière) et nous avons depuis retrouvé une forme extrêmement voisine de l'une d'elles dans les riches matériaux recueillis en Basse-Californie par M. Diguet. Il est infiniment probable que le genre *Jousseaumea* sera reconnu dans la vaste région Indo-Pacifique qui sépare ces deux points extrêmes de dispersion.

([1]) H. Coutière, *Les* Alpheidæ (*Ann. des Sc. Nat.*, t. IX; 1899).

» Une forme nouvelle, appartenant au genre *Automate* de Man, n'est pas moins remarquable à ce point de vue. Elle diffère de l'unique espèce connue, *A. dolichognatha* de Man, surtout par la forme de sa grande pince, qui porte des crêtes transversales saillantes sur sa face externe. Nous avons fait remarquer, dans ce genre d'*Alpheidæ* fouisseurs, l'existence de caractères acquis leur donnant par *convergence adaptative* une ressemblance des plus curieuses avec les *Thalassinidæ* (*Callianassa, Gabia,* etc.), qui ont les mêmes mœurs. La présence de crêtes saillantes sur la pince de la nouvelle espèce *Automate rugosa* H. C. est certainement un caractère du même ordre.

» La connaissance de cette forme, en précisant la valeur des caractères spécifiques dans le genre *Automate,* nous a permis en outre de ranger dans une troisième espèce, *A. Talismani* H. C., quelques spécimens du Cap Vert recueillis par le *Talisman* et que nous n'avions pu jusqu'alors distinguer avec sûreté de *A. dolichognatha* de Man. Si l'on remarque que cette dernière espèce a été recueillie en Malaisie (*Nordwachter Inseln,* de Man), à Djibouti (H. Coutière), à Mascate (M. Maindron), aux îles Kingsmill (*Mus. of* C^{ve} *zool.,* Garrett), et que la nouvelle espèce *A. rugosa* H. C. provient du golfe de Panama, on voit que la distribution du genre *Automate* embrasse toute la région équatoriale, et l'on peut prédire de façon certaine que ce genre, comme le précédent, sera reconnu dans un grand nombre de points intermédiaires, lorsque des recherches suffisamment minutieuses auront été faites sur les récifs madréporiques des régions intertropicales Atlantique et Indo-Pacifique.

» Certaines espèces de la collection présentent un intérêt spécial par l'abondance avec laquelle elles sont représentées. Un seul dragage de l'*Albatross* (St. 2413, côtes de la Floride) a ramené par 24 brasses (39^m) *Synalpheus lævimanus* var. *longicarpus* Herrick, au nombre de 5000 à 6000 exemplaires. La portion de cette pêche qui nous a été communiquée comprend environ 2000 spécimens, parmi lesquels 1200 ♂ et 800 ♀. Cette surabondance de mâles est assez remarquable si on la rapproche des faits suivants : 1° l'existence, dans l'espace restreint visité par un coup de drague, d'un aussi grand nombre de spécimens ; 2° la présence d'un grand nombre ($\frac{1}{200}$ environ) d'individus anomaux dont la carapace, surtout chez les branchiostégites, présente des perforations étendues, à bords réguliers, comme s'il y avait eu perte de substance sous une influence étrangère, celle de parasites par exemple, et impossibilité de régénération ; 3° la forte proportion des spécimens parasités des Bopyriens branchiaux ou abdomi-

naux ($\frac{1}{100}$ environ). Ces faits portent à admettre que l'espèce a trouvé dans cet espace restreint des conditions défavorables, la quantité de nourriture croissant dans une proportion moindre que les représentants de l'espèce, et qu'il en est résulté une plus forte proportion de mâles. Les expériences de de Kerherve ([1]) sur les Daphnies, par exemple, ont montré que de semblables conditions extérieures pouvaient être une cause de détermination du sexe; encore que des recherches faites depuis, comme celles de Cuénot ([2]) sur les Muscides, paraissent montrer cette détermination existant jusque dans l'œuf non fécondé.

» L'intérêt de ces quelques observations, résultant d'un examen rapide, sera certainement dépassé par la précision que des matériaux aussi importants nous permettront d'apporter dans l'étude systématique des *Alpheidæ.* »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juillet 1900.
(*Suite.*)

Gerolamo Guidoni. Spezia, tip. Francesco Zappa, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de la Société Gerolamo Guidoni.)

La scienza pratica di Gaetano Rossetti, ossia la vera sorgente della febbre, della tuberculosi, del tifo, ecc. Torino, 1899; 1 fasc. in-8°.

The inidikil system, a decimal system of weights and measures for the english speaking people, by A. Lincoln Hyde. Cleveland, Ohio, U. S. A., 1900; 1 fasc. in-8°.

Nota sobre los nombres de algunos mamiferos sudamericanos. — Termita-

---

([1]) *Mém. Soc. Zool. Fr.*, t. VIII, p. 200-211.
([2]) *Bibliogr. anat.*, t. V, p. 45-48.

riophilie. — Sobre algunas larvas de lepidopteros argentinos. — Tres Reduviidae novae argentinae; a Carolo Berg. (Extr. de *Comunicaciones del Museo nacional de Buenos Aires,* t. I, n° 6, 23 mai 1900.) 4 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Combined effect of longitudinal and circular magnetizations on the dimensions of iron, steel and nickel tubes, by K. Honda. Tokyo, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

The Thompson Yates laboratories Report, edited by Rubert Boyce and C.-S. Sherrington; vol. I, II, 1898-1899. Liverpool, 1900; 2 vol. in-4°. (With the compliments of the Thompson Yates laboratories.)

The geographical Journal. Vol. XVI, n° 1. London, 1900; 1 fasc. in-8°.

El Instructor, publicacion mensual cientifica, literaria y de filologia; editor y director : Dr Jesus Diaz de Leon; ano XVII, nos 1, 2, mayo-junio 1900. Aguascalentes; 2 fasc. gr. in-8°.

The Journal of the College of Science, imperial University of Tokyo, Japan; vol. XII, part IV. Tokyo, Japan, 1900; 1 vol. petit in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 juillet 1900.

Collection historique des grands Philosophes. Les Philosophes géomètres de la Grèce. Platon et ses prédécesseurs, par Gaston Milhaud. Paris, Félix Alcan, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux, hommage de l'Auteur.)

Une langue universelle est-elle possible? Exposé des moyens pour faire le choix et assurer le succès d'une langue scientifique et commerciale universelle, par L. Leau. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 br. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France; 4e série t. I, juin 1900. Paris, 1 fasc. in-8°.

Die Zweihundertjahrfeier der königlich preussischen Academie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900. Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Académie royale des Sciences de Prusse.)

Erdbeben und Magnetnadel... von Adolf Vucovic. Wien, 1899; 1 fasc. in-8°. (Envoi de M. le Ministre des Affaires étrangères.)

Notice sur la Carte de la Russie d'Asie et des pays limitrophes, par E. Koverski. Saint-Pétersbourg, 1900; 1 vol. in-8°.

Carte de la Russie d'Asie et des pays limitrophes, dressée sous la direction du lieutenant-général d'État-major E. Koverski. Saint-Pétersbourg, 1900; collée sur toile et pliée dans un carton in-f° oblong.

Cours d'Arithmétique, par W.-S. Gritzaï. (En russe.) Kiew, 1896; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

El azucar como alimento del hombre, por ANTONIO DE GORDON Y DE ACOSTA. Habana, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La legislacion sanitaria escolar en los principales Estados de Europa, por ANTONIO DE GORDON Y DE ACOSTA. Habana, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Annuaire météorologique pour 1897, publié par l'Institut royal météorologique des Pays-Bas, 49e année. Utrecht, J. Van Bœkhoven, 1900; 1 vol. in-8° oblong.

Report of the Astronomer royal to the board of the visitors of the Royal Observatory, Greenwich; by W.-H.-M. CHRISTIE, 1900 june 26; 1 fasc. in-4°.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1899. Auf offentliche Kosten herausgegeben von Prof. Dr L. WEINEK. 60. Jahrgang. Prag, 1900; 1 fasc. in-4°.

Veröffentlichung des königl. preussischen geodätischen Institutes; neue Folge, nos 2, 3. Berlin, 1900; 2 fasc. in-4°.

Primera reunion del Congreso cientifico latino americano, celebrada en Buenos Aires del 10 *al* 20 *de abril de* 1898, *por iniciativa de la Sociedad cientifica Argentina;* III : *Trabajos de la 2a Seccion, ciencias fisicoquimicas y naturales.* Buenos Aires, 1899; 1 vol. in-8°.

An account of the Crustacea of Norway, by G.-O. SARS; vol. III. *Cumacea;* part V and VI : *Diastylidæ.* Bergen, 1900; 1 fasc. in-8°.

Royal Society. Reports to the malaria Committee, 1899-1900. London, 1900; 1 fasc. in-8°.

Atti del R. Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. LVI, disp. 8, 9, 10; Supplemento al tomo LVII; t. LVIII, disp. 1-8; t. LIX, disp. 1, 2. Venezia, 1897-98; 11 fasc. in-8°.

Memorie del Reale Istituto veneto di Science, Lettere ed Arti; vol. XXVI, nos 3, 4, 5. Venezia, 1899; 3 fasc. in-4°.

Memorie della pontifica Accademia dei Nuovi Lincei; vol. XIII-XVI. Roma, 1897-1900; 4 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AOUT 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La fonction menstruelle et le rut des animaux. Rôle de l'arsenic dans l'économie;* par M. **Armand Gautier.**

« J'ai été conduit à penser qu'entre le fonctionnement des organes génitaux, celui de la glande thyroïde et la croissance des cheveux, ongles et poils des animaux, existait un rapport, rapport certain quoique sa raison m'en restât cachée. L'idée de ce rapport résulta d'abord pour moi de l'observation que chez les femmes malades auxquelles j'administrais depuis quelque temps l'arsenic, particulièrement sous forme de cacodylate, la chevelure devenait plus épaisse et plus longue, la peau plus brillante se débarrassait de ses éphélides, pigments et autres signes de déchéance, et les règles, au lieu de se produire à des intervalles de vingt-huit à vingt-neuf jours, reparaissaient souvent, régulièrement, après vingt-quatre à vingt-cinq jours seulement.

» Je savais, d'autre part, que quand il y a dysménorrhée, ou simple retard des époques, le médicament le plus actif est la teinture d'iode prise à l'intérieur ou absorbée par la peau. Or les cheveux, poils et ongles, qui

croissent avec plus d'abondance sous l'influence du traitement arsenical, sont, à l'état normal, les organes les plus riches, après la thyroïde, en arsenic et en iode. C'est par eux que cette glande excrète ces deux éléments qu'elle a emmagasinés d'abord sous forme de protéides spécifiques.'

» Puis donc que l'arsenic et l'iode sont simultanément assimilés par la thyroïde et excrétés par l'épiderme, les poils et les cheveux, il me parut, vu l'influence simultanée que j'observais du traitement arsenical sur la crue des appendices de la peau et sur le flux menstruel, que celui-ci pouvait être, comme la crue des cheveux, poils et ongles, en rapport avec l'élimination et peut-être avec l'utilisation des nucléines arsenicales et les principes iodés de la thyroïde.

» C'est ce que mes expériences viennent de confirmer.

» J'ai déjà établi que le sang normal, chez l'homme et les animaux, ne contient pas d'arsenic (1). Je n'en ai pas trouvé trace dans 400^{gr} de sang humain ou de sang de porc. Il doit y exister, sans doute, à certains moments à l'état de dilution extrême, puisque c'est par le sang que l'arsenic des aliments est transporté jusqu'à la thyroïde, mais le sang normal n'en contient pas $\frac{1}{20000}$ de son poids, soit moins de $0^{mgr},05$ par kilogramme.

» Il en est à peu près de même de l'iode. Le sang ordinaire chez l'homme, d'après M. P. Bourcet, qui a bien voulu poursuivre, dans mon laboratoire, la partie de ces recherches relative à cet élément, contient à peine $0^{mgr},025$ d'iode par kilogramme.

» Il en est tout autrement du sang menstruel. J'ai fait cinq examens de ce sang, fourni par six jeunes femmes ne prenant aucun médicament arsenical. Elles étaient, au moment des époques, garnies de coton hydrophile pesé d'avance et reconnu exempt d'arsenic. La différence de poids donnait approximativement celui du sang recueilli. On détruisait ensuite le tout par ma méthode et l'on y dosait l'arsenic. Voici les résultats :

	Quantité de sang en expérience.	Arsenic en milligrammes.	Arsenic par kilog. de sang.
	gr	mgr	mgr
I....................	195	0,06	0,32
II....................	367	0,06	0,17
III....................	60	0,02	0,33
IV....................	46	0,015	0,32
V....................	120	0,03	0,25

Moyenne par kilogramme de sang..... $0^{mgr},28$

» Un sixième cas fut examiné, celui d'une femme de seize ans, dont les

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 288.

menstrues étaient décolorées, comme leucorrhéiques. On n'y trouva pas d'arsenic. Le sang des menstrues anormales, anémiées, ne contient donc pas d'arsenic. L'exception confirme bien la règle.

» D'après mes recherches antérieures, une glande thyroïde humaine normale contient environ $0^{mgr},15$ d'arsenic. On voit donc que, si l'on admet une perte de sang menstruel de 400^{gr} à 500^{gr} pour toute la durée d'une époque menstruelle, le poids du sang perdu contiendra de $0^{mgr},12$ à $0^{mgr},14$ d'arsenic, c'est-à-dire la presque totalité de la provision d'arsenic de la thyroïde du sujet avant ses règles.

» Des constatations parallèles furent faites pour l'iode par M. P. Bourcet. Il trouva qu'en moyenne cet élément est quatre fois et demie plus abondant dans le sang menstruel que dans le sang normal [1].

» Ainsi, l'arsenic et l'iode de la thyroïde s'éliminent en même temps chaque mois par les menstrues chez la femme, et le flux menstruel a pour origine et raison d'être une sorte de déplétion des principes arsenicaux et iodés de la glande thyroïde et peut-être, pour une faible part, de la peau.

» Or, j'ai établi que, dans la thyroïde, l'arsenic et l'iode font essentiellement partie des protéides qu'elle élabore. La réunion de ces deux éléments dans une humeur est donc la marque et comme l'estampille caractéristique de l'origine thyroïdienne.

» Normalement les nucléoprotéides et corps iodés de la thyroïde vont nourrir le derme et spécialement les bulbes pileux et unguéaux. L'arsenic et l'iode qu'ils y apportent s'éliminent ensuite par la chute des poils et des cheveux et par la desquamation épidermique. Mais, chez la femme, l'excédent des produits thyroïdiens passe périodiquement dans les menstrues pour être rejeté au dehors, sauf le cas où, ayant conçu, les protéides thyroïdiennes sont utilisées à la constitution du nouvel être, qui a besoin de phosphore, d'arsenic et d'iode sous cette forme éminemment plastique.

» On voit maintenant quelle est, entre le fonctionnement de la glande thyroïde, celui de la peau, et la congestion périodique menstruelle, la nature de ce rapport caché dont je parlais plus haut et qui éveilla d'abord mon attention.

» Mais, avant la preuve expérimentale que je viens de fournir par la découverte du passage simultané dans le sang menstruel de l'arsenic et de l'iode de la thyroïde, cette relation des trois fonctions cutanée, thyroïdienne et génitale pouvait résulter déjà de l'étude attentive des faits physiologiques et pathologiques connus.

---

(1) Voir plus loin, p. 392.

» On n'ignorait pas que la glande thyroïde excite et régularise la croissance, qu'elle influence profondément la nutrition de la peau et qu'elle est en relation avec le développement et le fonctionnement des organes générateurs. Son atrophie chez le crétin coïncide avec l'arrêt de développement de l'individu, le myxœdème et l'infantilisme des organes sexuels. D'autre part, la thyroïde se développe d'une façon particulièrement rapide chez la femme qui a subi l'influence du liquide séminal. Juvénal avait déjà consigné cette remarque dans un vers curieux de ses *Satires :*

« .... *non poterit cras colum circumdere filo*
Nutrix .... »

» Cazenave considérait même le gonflement subit du cou comme un signe de grossesse. Chez certaines femmes, la thyroïde s'hypertrophie quelques jours avant l'apparition des règles (*Liégeois*). A la suite de la thyroïdectomie, on peut voir se produire une atrophie des organes génitaux mâles ou femelles analogue à celle qu'on observe chez les myxœdémateux (*Hofmeister*). Réciproquement, l'injection du suc thyroïdien, dans les cas d'infantilisme, développe les organes en excitant l'activité assimilatrice générale : l'œdème de la peau disparaît, les poils poussent, les sécrétions cutanées s'établissent, en un mot, tous les organes riches en nucléines, et surtout ceux où nous avons trouvé à la fois l'iode et l'arsenic, sont favorablement influencés par le suc thyroïdien.

» C'est avant tout par les annexes de la peau et la perte menstruelle que, chez la femme, l'arsenic et l'iode sont éliminés. Il se fait chez elle, entre la production des nucléines thyroïdiennes, la croissance des ongles et des cheveux et la perte de sang menstruel, une sorte de balancement d'où résulte l'état de santé. Mais il faut se demander comment est suppléée cette fonction chez l'homme mâle, aussi bien que chez les femelles des animaux qui, au moment du rut, n'ont pas d'écoulement sanguin.

» Remarquons que la plupart des animaux à sang chaud sont couverts de poils ou de plumes et que ces appendices de la peau croissent avant la saison des amours et tombent après les rapprochements sexuels pour se reproduire ensuite lentement dans les mois qui précèdent le printemps suivant. C'est ce qui se passe régulièrement pour tous les animaux sauvages dont le poil tombe au début de l'été ([1]). Ainsi, chez les animaux velus, les principes arsenicaux et iodés sont utilisés à la poussée du poil, des

([1]) On dit que ces animaux perdent leur poil d'hiver dès qu'il fait chaud et le revêtent aux premiers froids. C'est là une constatation, non une explication.

ongles et des cornes jusqu'au moment où, le développement de ces appendices étant accompli, le flux de ces nucléines se porte vers les organes génitaux. Le rut commence alors; bientôt la peau et ses annexes privées de leurs nucléoprotéides spécifiques sont atteintes de déchéance, les poils tombent, ainsi que les bois chez les animaux à cornes caduques, et la peau elle-même est quelquefois prise d'eczéma.

» Chez l'homme mâle non couvert de poils, la poussée des ongles, des cheveux et surtout de la barbe, ainsi que la desquamation épidermique continue, correspond, au point de vue de l'utilisation des principes iodés et arsenicaux, à la perte menstruelle de la femme dont la peau lisse subit moins d'exfoliation, et chez laquelle, au contraire, les cheveux ne poussent que peu ou pas après la puberté.

» Tant que se fait, en effet, chez la jeune fille l'accroissement de la chevelure, les règles ne se produisent pas. Les menstrues s'établissent seulement quand les cheveux finissent de s'allonger, à ce moment de la vie qui est pour le mâle celui de la poussée des poils et de la barbe. Il peut bien se faire, chez la femme faite, de nouveaux cheveux follets, et l'on admet, d'ailleurs sans preuves, que ceux qui sont arrivés à leur longueur s'usent par le bout; en réalité leur croissance s'arrête dès que les menstrues détournent périodiquement les nucléines thyroïdiennes qui nourrissaient le bulbe. Mais chez la femme adulte que l'on soumet au traitement cacodylique la chevelure, qui paraissait avoir acquis son plein développement, s'allonge encore et devient plus fournie, en même temps que les règles se rapprochent, l'économie disposant dans ce cas d'une source plus abondante d'arsenic qu'assimile la glande thyroïde dans ses nucléoprotéides.

» Il suit de là que chez les races humaines velues, Aïnos, Australiens, etc., comme chez le singe, les nucléines arsenicales étant détournées vers la production du poil, la menstruation et, par analogie, les désirs sexuels devront se produire à plus longs intervalles. C'est ce qui paraît résulter, en effet, d'une enquête que j'ai faite à ce sujet auprès des anthropologistes.

» S'il existe entre la pousse des cheveux et la menstruation une sorte de suppléance, chez les femmes la coupe des cheveux, en donnant à leur crue un essor nouveau qui absorbe en partie le flux des principes arsenicaux et iodés, devra influer sur les règles. C'est bien ce qui a été observé chez les personnes qui, comme les religieuses, sont tenues à se couper les cheveux, du moins si ces cheveux sont coupés au moment des époques menstruelles. Je donnerai ailleurs les développements nécessaires.

» Cette relation entre la nutrition de la peau et de ses parties accessoires arsenicales et iodées et les fonctions génitales ne saurait être propre aux

seuls mammifères. Elle s'observe aussi pour les autres classes d'animaux.

» Chez les oiseaux, le mâle arrivé à la pleine période de développement qui précède celle des amours est paré, sur divers points de sa personne, de plumes d'une longueur et d'un coloris spéciaux, revêtement supplémentaire qui tombe après le printemps, lorsque la copulation a épuisé les réserves richement phosphorées, arsenicales ou iodées dont dispose l'oiseau. Avant l'époque des amours, ces principes nourrissant abondamment le bulbe de ces plumes, on voit l'oiseau mâle revêtir ce que l'on appelle sa *robe de noces;* il en avait accumulé lentement et obscurément, durant des mois, les principes constituants, richement phosphorés. Chez la femelle, le flux de ces mêmes principes spécifiques détournés de la peau, emmagasine dans les organes générateurs les substances phosphorées qui serviront à produire l'œuf. Chez certaines espèces, des appendices cornés transitoires remplacent la robe de noces. Avant la période des amours, le bec du *Fratercula artica* s'entoure d'un gros étui corné solide, coloré en rouge, qui, après que l'oiseau a terminé son office de reproducteur, se démonte et tombe en neuf pièces. Il en est de même d'une plaque cornée longitudinale qui se détache de chaque paupière. En même temps il se fait une modification du plumage telle que l'oiseau, après les amours, devient méconnaissable et qu'on a cru longtemps qu'il appartenait à une autre espèce [1].

» Des phénomènes de même ordre s'observent chez les Batraciens : Chez les Urodèles, le mâle acquiert au printemps une haute crête cornée sur le dos et la queue, crête qui se résorbe après l'accouplement.

» On voit donc que, dans un grand nombre de classes d'animaux très différents, le développement de ces appendices de la peau où j'ai constaté la présence de l'arsenic, est en rapport avec la fonction génitale, et que les produits richement phosphorés, et particulièrement les nucléoprotéides arsenicales thyroïdiennes, se portent d'abord à la peau et à ses appendices pour se détourner ensuite vers les glandes génitales.

» La Pathologie à son tour va nous fournir de nouvelles preuves.

» On sait que plusieurs maladies de peau peuvent frapper la femme durant la grossesse : le masque, la pigmentation cutanée, les vergetures, le *prurigo gestativus,* la chute des cheveux, etc., autant de témoignages de la déchéance de vitalité et de résistance de la peau dont les nucléines nutritives spécifiques sont détournées, pendant la gestation, vers la formation des organes du fœtus. Il existe une variété d'herpès qui récidive au mo-

---

[1] Voir Louis Bureau, *Bulletin de la Soc. zoolog. de France,* t. IV. Paris, 1879.

ment des règles : c'est l'*herpès menstruel*, qui frappe la peau des fesses et des cuisses. Certains eczémas s'exacerbent à l'occasion des mois et s'aggravent à la ménopause. A cette époque de la vie de la femme, alors que la glande thyroïde perd de son activité, la peau devient le siège de diverses altérations : roséoles, eczémas, poussée de poils, etc.

» Chez les tuberculeux, dont la thyroïde souffre, la peau est aussi sujette à des altérations nombreuses : pigmentation, éphélides, desquamations, perte de cheveux, etc., altérations coïncidant souvent avec l'aménorrhée ou la dysménorrhée. Tous ces désordres cessent à la fois par l'emploi des cacodylates accompagnés de très faibles doses d'iode.

» Plusieurs auteurs ont constaté que le myxœdème était relativement bien plus fréquent chez les multipares; elles ont épuisé à plusieurs reprises les réserves arsenicales et l'activité de la thyroïde. La même maladie frappe aussi plus souvent la femme à l'époque de la ménopause.

» Tous ces faits peuvent se résumer en quelques mots : Les protéides thyroïdiennes, arsenicales et iodées, activent la vie générale et la reproduction des tissus, mais elles sont plus particulièrement attirées par les organes d'origine ectodermique, le cerveau et surtout la peau. Celle-ci les utilise à la poussée des cheveux et des poils et à la formation du derme. L'arsenic et l'iode de cette origine se désassimilent ensuite, chez le mâle, par la chute des cheveux, du poil, des cornes et par la desquamation épidermique. Chez la femelle, le surplus de ces principes richement phosphorés, arsenicaux ou iodés, se détourne périodiquement vers les organes génitaux qui les utilisent pour le développement du fœtus s'il y a eu fécondation, ou qui les rejettent au dehors dans le cas contraire.

» Ainsi s'éclairent l'origine, le mécanisme et le but de la fonction menstruelle, qui n'avaient pas reçu jusqu'ici d'explication suffisante, aussi bien que les relations existant entre le fonctionnement génital, celui de la glande thyroïde et celui de la peau. »

ASTRONOMIE. — *Observations de l'étoile* Capella, *considérée comme étoile double, faites à l'observatoire royal de Greenwich* (1). Note de M. **W.-H.-M. Christie**, communiquée par M. Lœwy.

« L'automne dernier, M. W.-W. Campbell, de l'observatoire Lick, et M. Newall, de Cambridge (Angleterre), annoncèrent d'une manière indé-

(1) Traduction de Mlle D. Klumpke.

pendante que, d'après les observations spectroscopiques faites par eux, l'étoile Capella est une étoile double. Plus tard, au mois de mars dernier, M. Newall trouva pour ce système binaire une durée de révolution de 104 jours; il fit remarquer, en même temps, que les deux composantes sont à peu près de même masse et de même éclat, et qu'avec un puissant instrument on arriverait peut-être à observer visuellement Capella comme étoile double.

» Profitant de cette remarque, MM. Dyson et Lewis examinèrent Capella avec le grand réfracteur de l'observatoire royal de Greenwich, dont l'ouverture est de $0^m,71$ et la distance focale de $8^m,5$. Ils constatèrent que l'étoile en question est réellement allongée et ils estimèrent que la distance des deux composantes est de $0'',1$. Ils ne virent aucune trace d'allongement dans les autres étoiles brillantes observées dans la même soirée. Dans les soirées successives, ils se mirent à déterminer la direction de l'allongement, faisant des mesures d'angles de position toutes les fois que le temps le permettait.

» Du 4 avril au 20 juillet, Capella fut observée dans 29 soirées par 11 observateurs; des déterminations d'angles de position obtenus, il résulte que, pendant la durée des observations, les composantes de Capella ont fait, l'une par rapport à l'autre, une révolution complète. Ces déterminations confirment, d'une manière satisfaisante, la période de 104 jours déduite des observations faites sur le déplacement des lignes spectrales.

» De plus, les mesures d'angles de position montrent que l'orbite apparente de Capella est nettement elliptique, et qu'elle est très inclinée sur le plan tangent. A l'aide des observations du 4 avril au 29 mai, M. Lewis a calculé une orbite provisoire ayant pour inclinaison $40°$ environ, valeur forcément incertaine. L'observation du 11 juillet, faite avec le plus grand soin, montra à M. Lewis que la distance des deux composantes correspond exactement au diamètre du fil d'araignée, soit $0'',08$, ce qui donnerait pour le demi-grand axe de l'ellipse la valeur $0'',095$. Avec une inclinaison de $40°$ environ, la valeur précédente du demi-grand axe et la vitesse orbitale déduite des observations spectroscopiques conduiraient, pour la parallaxe de Capella, à la valeur $0'',11$ environ, valeur qui s'accorde assez bien avec celle trouvée à l'aide d'observations héliométriques par le Dr Elkin, savoir $0'',08$, étant donnée l'incertitude qui affecte l'orbite provisoire, la valeur de la vitesse orbitale, ainsi que la valeur de la parallaxe elle-même.

» Ainsi donc, il y a confirmation, quant au mouvement orbital et à la

parallaxe, entre les valeurs obtenues à l'aide de la méthode visuelle et celles données par la spectroscopie, et c'est, il me semble, la première fois que la découverte d'une étoile double faite à l'aide de la spectroscopie se trouve confirmée par l'observation directe.

» Le mouvement orbital de l'étoile double α Cocher paraît être le plus rapide parmi tous ceux observés jusqu'ici; sa durée de révolution, 104 jours, correspond, dans une de nos années, à trois révolutions et demie, la distance des deux composantes est approximativement celle de la Terre au Soleil, l'ensemble de leurs masses est égal à sept fois environ celle du Soleil.

» Les observations données ci-après ont été, en général, faites dans des conditions peu favorables. En effet, en avril, après le coucher du Soleil, α Cocher est à une grande distance à l'ouest du méridien; plus tard, cette étoile a été observée en plein jour, et les ondulations atmosphériques rendaient les mesures d'angles de position très difficiles, aussi ceux-ci présentent-ils de grandes discordances; mais les variations qu'éprouve l'angle de position qui a passé par toutes les valeurs de la circonférence sont remarquables et s'accordent avec la période de 104 jours déduite des observations spectroscopiques.

» Examinée dans les conditions les plus favorables, Capella présente la forme d'un ovale plus large à l'une de ses extrémités qu'à l'autre. Cet allongement était nettement visible, tandis que toutes les autres étoiles brillantes paraissaient circulaires.

» Voici les observations individuelles faites par les différents observateurs du 4 avril au 20 juillet :

Dates 1900.		Temps moyen de Greenwich.	Observat.	Angle de position.	Angle horaire.	
		h m		° ′	h m	
Avril	4..	9	Dyson	307. 0	5	ouest.
			Lewis	286.38	5	»
	15..	7	Brookes	264.30	3.30	»
	15..	7.30	Dyson	263.30	4	»
	15..	8	Lewis	256. 5	4.30	»
	16..	8	Dyson	269. 0	4.30	»
	16..	8	Bowyer	251.20	4.30	»
	19..	9.30	Lewis	255.22	6	»
	19..	9.30	Bowyer	240.20	6	»
	20..	8	Melotte	235.33	5	»
	20..	8.15	Turner	241. 3	5.15	»
	20..	8.30	Dyson	242.20	5.30	»
Avril	20..	8.30	Lewis	237.22	5.30	»
	20..	8.45	Bowyer	236.40	5,45	»
	23..	8	Lewis	245.27	5	»
	24..	8.15	Bryant	226.16	5.15	»
	25..	8	Bowyer	232.45	5	»
	25..	8	Turner	233.29	5	»
	26..	8	Lewis	240.38	5	»
	26..	8.30	Bartlett	235.10	5.30	»
	26..	8.45	Hollis	227. 0	5.45	ouest.
	28..	à midi	Bryant	206,58	3	est.
Mai	1..	7.30	Bryant	197.16	5	ouest.
	2..	8	Lewis	229.10	5.30	ouest.

Dates 1900. Temps moyen de Greenwich.			Observat.	Angle de position.	Angle horaire.	
		h m		° ′	h m	
Mai	2..	8.30	Bartlett	230. 0	6	»
	3..	7.30	Bowyer	229.37	5	»
	7..	8.15	Bowyer	219.10	6	»
	10..	8.15	Bowyer	216.45	6.15	»
	10..	8.15	Turner	219.59	6.15	»
	11..	7.45	Bowyer	216. 0	5.45	»
	17..	5	Bryant	139. 0	3.30	»
	29..	7.30	Bryant	95.20	6.30	»
Juin	19..	19	Bryant	14. 0	4.15	est.
	20..	2.45	Bryant	20.47	3.30	ouest.
	20..	3.15	Turner	20.45	4	»
	20..	3.45	Witchell	20.15	4.30	»
Juill.	10..	4.30	Bryant	293.56	6.30	»
	10..	4.30	Bowyer	294.33	6.30	»
	11..	0.30	Bryant	289.27	2.30	»
	11..	2	Lewis	311.31	4	»
	12..	0.30	Lewis	288.14	2.45	»
Juill.	12..	0.15	Bowyer	279.58	2.30	»
	12..	1.15	Bryant	291.32	3.30	»
	13..	1	Bryant	288.23	3	»
	13..	3.45	Bowyer	289.51	5.45	»
	13..	4	Christie	288. 6	6	»
	14..	3	Bryant	284. 7	5,30	ouest.
	15..	16.30	Bowyer	272.42	5,15	est.
	16..	3.30	Bryant	272.10	6	»
	16..	3.30	Witchell	280.40	6	ouest.
	18..	0.30	Bowyer	265.50	3	»
	18..	0.30	Turner	261.52	3	»
	18..	2	Witchell	273. 0	4.30	»
	19..	1	Brookes	261.41	3.30	»
	19..	1.15	Bowyer	258. 4	3.45	»
	19..	2	Witchell	264. 3	4.30	»
	20..	3.30	Bowyer	259.37	6.30	»

M. H. Moissan présente à l'Académie une traduction allemande de son Ouvrage « Le fluor et ses composés », faite par M. *Th. Zeltel.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux), laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. Alph. Milne-Edwards.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 30,

M. Oustalet	obtient.	27 suffrages
M. Depousargues	»	1 »
M. Trouessard	»	1 »

Il y a un bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 29,

M. Depousargues obtient. . . . . 26 suffrages
M. Trouessard » . . . . . 1 »

Il y a deux bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. **Oustalet**.
En seconde ligne . . . . M. **Depousargues**.

CORRESPONDANCE.

Sur l'invitation de M. le Président du Comité de souscription pour le monument élevé à *Pelletier* et *Caventou*, l'Académie désigne M. **Guignard** et **J. Chatin** comme ses délégués à l'inauguration de ce monument, qui aura lieu le mardi 7 août.

M. **P. Duhem**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui faire connaître son opinion sur les mesures générales à prendre au sujet des plantations d'arbres dans le voisinage des magasins à poudre.

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume portant pour titre « Charles Gerhardt, sa vie, son œuvre, sa correspondance, 1816-1856 », par *Ed. Grimaux* et *Ch. Gerhardt* (présenté par M. Léauté).

ASTRONOMIE. — *Comète (b 1900) découverte le 23 juillet 1900 à l'observatoire de Marseille,* par M. **Borrelly.**

Premières observations faites à Marseille.

Dates 1900.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	D apparente.	Log. fact. parall.	★	Obs.
	h m s	m s	′ ″		h m s					
Juil. 23.	13.19.27	+2. 4,66	— 0. 7,0	4:4	2.43.33,95	—$\bar{1}$,640	78°. 9′.14″,1	—0,759	1	B
» 24.	13.21. 9	—1.32,65	+ 3.50,9	4:4	2.44.28,25	—1,644	75.23.28,5	—0,746	2	B
» 24.	13.33.17	—1.32,67	+ 2.16,1	5:5	2.44.28,23	—$\bar{1}$,634	75.21.53,7	—0,735	3	E
» 25.	14.30.33	+0.48,23	+ 1.16,5	5:5	2.45.27,39	—$\bar{1}$,593	72.24. 2,3	—0,680	4	E
» 26.	13.20. 4	—2.14,69	—12.48,4	5:5	2.46.24,68	—$\bar{1}$,651	69.37.34,4	—0,713	5	E
» 27.	12.49. 0	+2.44,51	— 1.37,4	5:5	2.47.27,56	—$\bar{1}$,668	66.42.29,9	—0,724	6	E
» 27.	12.49. 0	+2.17,18	+ 2.16,6	5:5	2.47.27,72	—$\bar{1}$,668	66.42.26,6	—0,724	7	E

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Grandeur.	Ascension droite moyenne 1900.	Réduction au jour.	Position moyenne 1900.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
1...	8	2.41.26,46	+2,83	78°. 9′.31″,8	—10″,7	3407 Paris.
2...	5,5	2.45.58,14	+2,76	75.19.48,0	—10,4	*Nautical Almanac.*
3...	5,5	»	»	»	»	»
4...	9,2	2.44.36.32	+2,84	72.22.55,4	— 9,6	445 Arg. Z. +17°.
5...	8	2.48.36,48	+2,89	69.50.31,4	— 8,6	1106 W_2 H. II.
6...	8	2.44.40,05	+3,00	66.44.15,2	— 7,9	1022 W_2 H. II.
7...	7	2.45. 7,54	+3,00	66.40.17,8	— 7,8	$\frac{1}{2}$ (1035 + 1036) W_2 H. II.

» Les deux premières observations ont été faites par M. Borrelly (B), au chercheur de comètes dont l'ouverture est de 182^{mm}; les suivantes ont été faites par M. Esmiol (E), à l'équatorial Eichens dont l'ouverture est de 255^{mm}.

» Dans la dernière observation (27 juillet) la comète a été comparée à deux étoiles.

» La comète possède un noyau bien défini dont l'éclat paraît avoir un peu augmenté, du 23 au 27, en passant de la dixième grandeur à la grandeur 9,5.

» Ce noyau est enveloppé d'une nébulosité qui se prolonge en forme de queue dont la longueur paraît s'être aussi accrue de 1′,5 à 3′ et qui même, par instants, semble notablement plus étendue.

» Observable seulement avec champ obscur, à l'équatorial, du 23 au 27, la comète a été observée le 28 avec champ éclairé. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly-Brooks, faites à l'équatorial Brunner de l'observatoire de Lyon*, par M. **Guillaume**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1900.	Temps moyen de Paris.	✱ — ★. Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Étoiles de comparaisons.
	h m s	s	′ ″		
Juillet 31...	12.48.27	+27,83	−2. 0,7	5.10	*a*
31...	13.23.41	+29,87	+2.30,3	10.5	*a*
Août 1...	12.48.16	+ 9,87	−4.52,5	10.12	*c*
1...	13.45.30	+13,56	+2.30,4	12.10	*c*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1900,0.

★.	Désignation.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a	DM + 35°,598	2.51.56	»	+35.39.17	»	An. rapportée à *b* Δα + 55ˢ,84 Δδ — 6′2″,2
b	DM + 35,595	2.51. 0,58	+3,38	+35.45.19,2	+3,8	Lund $\frac{1}{6}$ Z 68, 508, 560, 570, 577, XV.
c	DM + 38,606	2.53.43,04	+3,48	+38.47.31,0	+2,8	Lund $\frac{1}{3}$ Z 84, 586, 607.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1900.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juillet 31....	2.52.27,63	−9,698	+35.37.20,1	+0,649
31....	2.52.29,67	−9,681	35.41.51,1	+0,593
Août 1....	2.53.56,39	−9,715	38.42.41,3	+0,620
1....	2.54. 0,08	−9,679	38.50, 4,2	+0,511

Comparaison à l'éphéméride, calculée par M. Kreutz.

	(Observ. — Calcul.) α.	δ.
	s	′
Juillet 31............	−2,06	+0,11
31............	−2,05	+0,08
Août 1............	−2,48	−0,04
1............	−2,50	−0,06

» *Remarques*, 31 juillet. — La comète est visible à l'œil nu, comme une étoile de 6e-7e grandeur. Dans la lunette elle présente une condensation centrale de l'éclat d'une étoile de 9e, allongée dans le sens de la queue, qui se voit bien sur 20′ à 25′ et s'étend plus faible jusqu'à 40′ environ, dans l'angle de position de 247°. Avec un faible grossissement, on voit un noyau stellaire de 9,5 à 10e grandeur.

» 1er Août. — A l'œil nu, la comète semble un peu moins visible que la veille. Mêmes remarques en ce qui concerne le reste. Queue vers 250°. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1900 *b* (*Borrelly-Brooks*), *faites à l'observatoire de Besançon*, par MM. A. **Sallet** et P. **Chofardet**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1900.	Étoiles.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.	Nombre de comparaisons.	Observateurs.
		m s	′ ″		
Juillet 25....	*a*	−3.55,57	−10.33,3	12:12	Sallet
26....	*b*	−2.59,89	— 0.48,2	12:12	Sallet
Août 1....	*c*	−1.43,23	— 1.57,9	9:12	Chofardet
2....	*d*	+1.39,87	+ 1.10,2	9:12	Chofardet

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a	2.49.18,73	+2,81	72.40.16,2	−9,4	783 AG., Berlin (A.)
b	2.49.23,37	+2,90	69.36.23,2	−8,5	855 AG., Berlin (B.)
c	2.55.30,76	+3,46	51.31. 3,6	−2,8	1292 Yarnall
d	2.53.47,81	+3,60	48.15.23,0	−2,0	2540 AG., Bonn

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1900.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juillet 25...	13.49.24	2.45.25,97	$\bar{1},599_n$	72.29.23,5	$0,745_n$
26...	13.40. 3	2.46.26,38	$\bar{1},610_n$	69.35.26,5	$0,734_n$
Août 1...	11.31.43	2.53.50,99	$\bar{1},703_n$	51.29. 2,9	$0,759_n$
2...	12.39.40	2.55.31,28	$\bar{1},728_n$	48.16.31,2	$0,636_n$

» La comète a un noyau brillant de 8e à 9e grandeur qui occupe à peu près le centre de la chevelure; celle-ci se termine, dans la direction O.-S.-O., par une queue s'étendant sur une longueur de 10′ à 12′.

» M. Sallet a observé à l'équatorial droit, M. Chofardet à l'équatorial coudé. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly-Brooks, faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner de* $0^m,25$ *d'ouverture),* par M. F. **Rossard**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1900.	Étoiles.	Grandeurs.	Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.
Juillet 24......	480 BD + 14°	6,0	−1m.32s,37	− 2′.54″,1	18:20
Août 1......	617 BD + 38	6,8	−1.39,74	+ 9.55,1	12: 8
1......	601 BD + 38	6,4	+1.25,84	+14.53,8	12: 8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1900.	Asc. droite moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Juillet 24...	2h.45m.58s,04	2s,76	+14°.40′.12″,9	+10″,4	⅓ (Weisse₁ 744 + Yarnall 1274 + Schellerup 795)
Août 1...	2.55.30,76	3,45	+38.28.56,1	+ 2,8	Greenwich 450
1...	2.52.25,51	3,46	+38.24. 2,4	+ 3,0	Yarnall 1313

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1900.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Juillet 24..	13h.13m.21s	2h.44m.28s,43	$\bar{1},640_n$	+14°.37′.29″,2	0,748
Août 1..	12.17. 1	2.53.54,47	$\bar{1},739_n$	+38.38.54,0	0,670
1..	12.17. 1	2.53.54,81	$\bar{1},739_n$	+38.38.59,2	0,670

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les circuits formés uniquement par des électrolytes.* Note de MM. **Camichel** et **Swyngedauw**, présentée par M. J. Violle.

« Généralement on amène le courant dans un électrolyte par des électrodes métalliques, sur lesquelles se dégagent les produits de la décomposition et on envisage un électrolyte comme ne pouvant être traversé par un courant sans subir de décomposition.

» Nous nous sommes demandé s'il était possible de développer des courants dans des circuits *entièrement électrolytiques* et si le passage de pareils courants avait toujours pour conséquence une décomposition.

» 1° Nous avons essayé de développer des courants : *a* par les phénomènes d'induction ; *b* en utilisant la force électromotrice de contact entre solutions métalliques.

» *a*. L'expérience est disposée comme suit : Un transformateur dont le primaire est formé par deux bobines montées en quantité reçoit du courant alternatif, sous le voltage 190 volts, et à la fréquence 60. Autour des tôles, dans l'espace compris entre les deux bobines, on place le circuit électrolytique qui est formé par une chambre à air de bicyclette, contenant de l'eau acidulée et formant cinq spires dont les extrémités sont fixées solidement à un tube d'ébonite, creux, portant un ajutage latéral, qui sert pour le remplissage et la compression de l'acide dans la chambre à air.

» En son milieu, le tube d'ébonite est presque complètement coupé et l'électrolyte passe dans un tube de verre, ayant comme section intérieure 1^{mmq} et comme épaisseur $\frac{1}{20}$ de millimètre. On comprime de l'eau acidulée de densité 1,2 dans la chambre à air, les spires s'arrondissent et se gonflent. La résistance du circuit électrolytique est, dans ces conditions, de 70 ohms environ, et un circuit métallique semblable au précédent est le siège d'une force électromotrice efficace de $3^{volts},5$.

» La production de chaleur dans le tube étroit doit être, d'après la loi de Joule, d'environ une petite calorie par deux minutes.

» La masse d'eau contenue dans le tube étroit, étant très faible, s'échauffe et une pince thermo-électrique, constantan-fer, met en évidence l'élévation de température qui est très nette ; des expériences de contrôle montrent que l'échauffement n'est pas dû à des perturbations.

» *b*. Nous avons constitué une chaîne liquide formée par de l'acidule sulfurique, du chlorure de sodium, de la potasse en solution dans l'eau. Les surfaces de contact se renouvelaient par une circulation continue.

» La sensibilité de l'appareil galvanométrique employé ne nous a pas permis de déceler nettement le courant qui peut se produire dans ces conditions.

» 2° Au point de vue de l'électrolyse, nous avons induit un courant alternatif dans un circuit électrolytique (eau acidulée de densité 1,25) contenu dans un tube de verre en des conditions où le voltamètre aurait

décelé la mise en liberté de plusieurs centimètres cubes de gaz, et nous n'avons observé aucun dégagement gazeux (¹).

» *Un électrolyte pourrait donc être traversé par un courant sans décomposition.*

» Dans cette électrolyse sans électrodes la polarisation ordinaire est supprimée; mais n'existe-t-il pas un phénomène moléculaire qui joue un rôle analogue? »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'accouplement des alternateurs au point de vue des harmoniques et effet des moteurs synchrones sur ceux-ci.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. A. Potier.

« Dans la présente Note, je me propose d'étudier succinctement, au point de vue des harmoniques, l'accouplement des alternateurs et l'effet des moteurs synchrones.

» Quelle qu'elle soit, la force électromotrice d'un alternateur peut être représentée, d'après le théorème de Fourier, par l'expression

$$e = E_1 \sin\omega t + E_2 \sin(2\omega t + \varphi_2) + \ldots + E_n \sin(n\omega t + \varphi_n) + \ldots.$$

$E_1 \sin\omega t$ sera la force électromotrice fondamentale, les autres termes seront les harmoniques.

» Supposons qu'on ait associé en parallèle avec la machine 1 une seconde machine 2, dont la force électromotrice soit

$$e' = E'_1 \sin\omega t + E'_2 \sin(2\omega t + \varphi'_2) + \ldots + E'_n \sin(n\omega t + \varphi'_n) + \ldots,$$

en supposant les forces électromotrices fondamentales en phase, ce qui pourra être réalisé si les charges relatives des machines sont convenables.

» Je me propose de chercher la différence de potentiel aux bornes du groupe des deux machines. Supposons que les forces électromotrices fondamentales et tous les harmoniques soient les mêmes sauf un, d'ordre n, qui n'existe que dans la machine 1. Le circuit formé par l'ensemble des deux machines sera soumis à la force électromotrice $E_n \sin(n\omega t - \varphi_n)$, et si L et L' sont les self-inductions des deux machines, il y aura entre elles un courant d'échange qui sera, en négligeant les résistances chimiques,

(¹) Nous nous proposons de réaliser prochainement une expérience dans laquelle un électrolyte sera le siège de courants induits constamment de même sens.

$$i_n = I_n \cos(n\omega t - \varphi_n), \qquad \text{avec} \qquad I_n = \frac{E_n}{n\omega(L + L')};$$

la différence de potentiel aux bornes de l'ensemble des deux machines sera

$$- L' \frac{di_n}{dt} = l_n \frac{L'}{L + L'}.$$

» On étendrait facilement le raisonnement au cas où plusieurs harmoniques ne sont pas communs, et à celui où les harmoniques communs n'ont pas les mêmes forces électromotrices, tout en ayant les mêmes phases : la différence de potentiel qui correspond à chacun sera la moyenne des forces électromotrices des alternateurs. Si les phases sont différentes, c'est la moyenne géométrique qui s'introduira, au lieu de la moyenne arithmétique.

» Si, au lieu d'avoir deux machines seulement accouplées, on en a un plus grand nombre, p, dont les self-inductions sont égales, la différence de potentiel de chaque harmonique sera le $p^{\text{ième}}$ de la résultante des forces électromotrices.

» Dans le cas de trois machines par exemple, si e', e'', e''' sont les forces électromotrices, i', i'', i''' les courants dans les armatures, on aura

$$e' - L\frac{di'}{dt} = e'' - L\frac{di''}{dt} = e''' - L\frac{di'''}{dt},$$

avec

$$i' + i'' + i''' = 0.$$

En éliminant i'' et i''', on a

$$e' - L\frac{di'}{dt} = \frac{e' + e'' + e'''}{3},$$

or le premier membre représente la différence de potentiel aux bornes de l'ensemble.

» Dans le cas où le groupe débitera un courant i sur le circuit extérieur, l'équation précédente deviendra

$$e' - L\frac{di'}{dt} = \frac{e' + e'' + e''' - L\dfrac{di}{dt}}{3},$$

expression facile à discuter.

» Il faut toutefois remarquer que les harmoniques ne sont guère gênants que lors de l'arrêt ou de la mise en marche du réseau d'utilisation, car c'est à ces moments seuls que la capacité des câbles n'est pas contrebalancée, au moins en partie, par la self du reste du réseau et par les moteurs; or, soit à la mise en marche, soit à l'arrêt, généralement une seule

machine fonctionne, le danger au point de vue de la résonance ne saurait donc être évité par le couplage en parallèle d'alternateurs différents.

» Supposons maintenant un alternateur ayant des harmoniques, aux bornes duquel est branché un moteur synchrone de faible puissance, et ayant une self petite vis-à-vis de celle de l'alternateur, l'induit de ce moteur étant lisse et faiblement denté; nous le supposerons excité normalement et marchant à vide. Il va jouer vis-à-vis de l'alternateur le rôle d'une machine accouplée dont la force électromotrice serait sinusoïdale, et, par suite, abaisser la différence de potentiel des harmoniques, dans le rapport $\frac{l}{L+l}$, si l est sa self et L celle de l'alternateur. Il pourra donc, si le rapport précédent est petit, abaisser beaucoup la différence de potentiel des harmoniques, et ramener la différence de potentiel à être presque sinusoïdale.

» Réciproquement si le moteur possède des harmoniques sensibles, il les introduira dans la différence de potentiel.

» Le premier résultat a été vérifié sur des machines industrielles de très grande puissance, qu'on a couplées avec une commutatrice de puissance bien inférieure qui n'avait pas été construite dans ce but.

» La différence de potentiel des harmoniques surexcités par la mise en dérivation sur l'alternateur de capacités, passe de 8,5 à 3 pour 100 par la mise en route de la commutatrice. Deux commutatrices la ramènent pour la machine seule de 3,5 à 1,3 pour 100.

» L'effet serait certainement le même avec des moteurs de puissance plus petite, s'ils étaient calculés de manière à avoir une résistance ohmique faible et une self aussi faible que possible.

» Quel serait l'effet d'un moteur asynchrone? Ici je ne puis m'appuyer sur des faits, n'ayant pu faire d'expériences dans ce sens.

» Toutefois on peut prévoir que l'effet serait le même : en effet, un moteur asynchrone à vide dont le rotor est maintenu immobile, ou dont la vitesse de rotation est petite relativement à la vitesse de pulsation, peut être assimilé à un transformateur dont le circuit secondaire est fermé sur lui-même. S'il marche à la vitesse du synchronisme, il peut être assimilé à un transformateur dont le secondaire est ouvert, puisque alors le flux coupé par les circuits du rotor ne varie pas. Or les harmoniques des alternateurs étant d'ordre élevé (11 et 13 en général pour les machines triphasées), on peut pour ces harmoniques considérer le rotor comme immobile, la self est petite pour eux, tandis qu'elle est énorme pour la force électromotrice fondamentale eu égard à celle de l'alternateur.

» Les moteurs synchrones à enroulement progressif, et probablement

aussi les synchrones, jouent donc le rôle d'épurateurs, et, dans toute station centrale reliée au réseau par des câbles, il sera prudent, pour éviter les effets des harmoniques, de ne procéder à la mise en marche ou à l'arrêt du réseau que sous la protection d'un moteur synchrone, placé à l'usine.

» L'effet des commutatrices dont j'ai parlé plus haut est à cet égard des plus probants; tandis que, pour la machine seule, le rapport entre la différence de potentiel maximum et le voltage indiqué par un voltmètre thermique est 1,65, il s'abaisse par la mise en marche de deux commutatrices à 1,436, voisin de 1,414, valeur qu'il aurait si la force électromotrice fondamentale existait seule. »

PHYSIQUE. — *Sur les points d'ébullition du zinc et du cadmium.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« Parmi les points fixes les plus fréquemment utilisés pour la pyrométrie figurent les points d'ébullition du zinc et du cadmium.

» C'est ce qui m'a engagé à les déterminer aussi exactement que possible au moyen de la méthode interférentielle que j'ai exposée dans des Notes antérieures ([1]).

» Il est plus difficile, à ces températures élevées, de mesurer exactement un point d'ébullition qu'un point de fusion. La principale cause d'erreur provient du rayonnement des parois, qui risque de fausser, tantôt en plus, tantôt en moins, les indications du thermomètre.

» J'ai tâché de remédier à cette cause d'erreur en employant de petits fours électriques construits dans ce but. Un creuset de porcelaine ayant, suivant les cas, de 2^{cm} à 3^{cm} de diamètre et de 15^{cm} à 20^{cm} de hauteur est chauffé par une spirale de nickel portée au rouge par un courant électrique. Ce système est protégé contre le refroidissement par des couches de fil d'amiante et des épaisseurs convenables de magnésie et de kaolin.

» Pour éviter la production des oxydes de zinc ou de cadmium, la plupart des expériences ont été faites dans une atmosphère d'azote : à cet effet, on lutait à la partie supérieure du creuset un couvercle percé de deux trous pour le passage des tubes de porcelaine.

» Le couple thermo-électrique ([2]) qui plonge dans le bain de zinc est protégé contre le contact du métal ou de la vapeur par un tube de porcelaine dit *de Rose*,

---

([1]) *Comptes rendus*, 16 avril 1895, 31 janvier et 7 février 1898.

([2]) Les couples employés dans ces expériences étaient des couples platine-platine iridié à 10, 15 et 20 pour 100. Accessoirement, j'ai employé un couple platine-or.

dont on a fondu au chalumeau oxhydrique une des extrémités pour la fermer. Le diamètre intérieur de ces tubes est de $2^{mm},5$; le diamètre extérieur, de 6^{mm}. Les deux fils du couple séparés par un fil d'amiante fin, croisé en 8, s'y logent facilement. Ce système est donc peu encombrant.

» Pour déterminer un point d'ébullition, on suit la marche suivante :

» Une expérience préalable ayant fait connaître l'indication du couple au moment de l'ébullition du zinc, on règle le courant électrique, de manière à amener à une température inférieure de 2° à 3° à ce point d'ébullition non seulement le métal fondu dans le creuset, mais encore les parois du creuset sur une hauteur de plusieurs centimètres : ce dont on s'assure en déplaçant le couple sur cette hauteur. On maintient cette température assez longtemps pour que tout le système ait pris son équilibre de température. On est certain ainsi qu'il n'y aura ni surchauffe, ni refroidissement par rayonnement des parois.

» On diminue alors la résistance placée sur le courant qui chauffe l'appareil, jusqu'au moment où la température devient stationnaire; on est donc au point d'ébullition cherché. Une nouvelle diminution de résistance ne fait plus varier la température.

» Pour amener à la même température le four à tube de l'appareil interférentiel, il suffit d'adopter un dispositif analogue à celui que j'ai employé pour prendre le point de fusion de l'argent dans l'azote. Une des soudures du couple est placée dans le zinc bouillant et l'autre au milieu du tube de l'appareil interférentiel. On élève la température de celui-ci jusqu'à ce qu'aucun courant ne passe dans le couple.

» D'ailleurs deux autres pinces thermo-électriques placées à 6^{cm} à droite et à gauche du milieu du tube permettent de maintenir invariable, sur une longueur d'environ 12^{cm}, la température de la colonne gazeuse, pendant que l'on procède aux réglages optiques et aux mesures manométriques.

» *Point d'ébullition du zinc.* — J'ai opéré avec des échantillons de zinc extrêmement pur que M. Férent, directeur du laboratoire de la maison Lyon-Alemand, a eu l'obligeance de faire préparer spécialement pour moi. La proportion d'impuretés n'atteignait pas $\frac{1}{10000}$.

» Pour ramener les valeurs obtenues à la pression normale de 760^{mm}, j'ai admis, d'après M. Barus (*Philos. Magaz.*, t. XXIX; 1890), qu'une variation de pression de 8^{mm} change le point d'ébullition de 1°.

» Quatre expériences ont donné les nombres 924°, 913°, 914°, 922°.

» Une cinquième expérience, faite avec un échantillon de zinc commercial [1] (zinc extra pur A de la Vieille-Montagne), a donné le nombre 927°.

» La moyenne de ces cinq déterminations est 920°.

» Antérieurement, E. Becquerel (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LXVIII,

---

[1] Ce zinc contient moins de 1 pour 1000 d'impuretés; l'analyse y trouve 0,75 pour 1000 de plomb, 0,20 pour 1000 de fer et des traces d'arsenic et d'antimoine.

p. 49; 1863) a trouvé 932° avec un couple platine-palladium, gradué au moyen d'un thermomètre à air à réservoir de platine; MM. Deville et Troost (*Comptes rendus*, t. CX, p. 773; 1880, et t. CXIV, p. 788; 1882) 942° avec des thermomètres en porcelaine à air et à hydrogène; M. Violle (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 720; 1882) 930° (thermomètre à air en porcelaine); M. Barus (*United States Geol. Survey*, n° 54; 1889) 929° avec un four rotatif et un thermomètre à air avec cavité en doigt de gant pour loger le couple platine-platine iridié.

» La concordance de ces nombres fit généralement regarder mon résultat, à l'époque où je le publiai (¹), comme trop bas d'une dizaine de degrés. Cependant M. Barus avait déjà remarqué (*Amer. Journal*, 3e série, t. XLVIII; 1894) que le nombre 930° paraissait trop élevé si l'on admettait un nombre voisin de 960° pour le point de fusion de l'argent.

» Depuis lors deux nouvelles déterminations ont été faites. MM. Holborn et Day, à la Physikalische Reichsanstalt, ont renoncé avec raison, semble-t-il, à l'emploi de la porcelaine, et en sont revenus aux réservoirs de platine, avec lesquels Becquerel trouvait, dès 1863, des résultats sur bien des points peu éloignés des nôtres. Les mesures des physiciens allemands avec un thermomètre à azote en platine iridié indiquent (*Wied. Ann.*, août 1899) pour le point d'ébullition du zinc un nombre voisin de 920°.

» De son côté, M. Callendar (*Phil. Mag.*, décembre 1899), par la méthode des résistances électriques, a trouvé 916°.

» *Point d'ébullition du cadmium.* — J'ai opéré sur un échantillon extrêmement pur, fourni par M. Férent. Les nombres ont été ramenés à la pression normale en admettant, d'après M. Barus, qu'une variation de pression de 9^{mm} modifie le point d'ébullition de 1°. Trois expériences concordantes (l'écart des valeurs extrêmes est de 8°) ont donné 778°.

» Les déterminations antérieures en valeur absolue sont assez peu concordantes : Becquerel donne 746°, Carnelley 763° à 772°, Deville et Troost 815°. »

CHIMIE. — *Sur le poids atomique du baryum radifère* [2].
Note de Mme **Curie**, présentée par M. H. Becquerel.

« Depuis le début des recherches qui avaient pour but l'isolement du radium, les progrès de la concentration de cet élément dans le chlorure de baryum radifère ont été constamment contrôlés par l'étude du spectre et par des déterminations de poids atomique.

» Chaque fois que le gros traitement du minerai fournissait une nouvelle

---

(¹) *Société de Physique de Paris*, 18 février 1898.
(²) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles.

quantité de chlorure de baryum radifère, je soumettais ce chlorure à une cristallisation fractionnée systématique pour en extraire quelques décigrammes d'un produit aussi concentré que possible en radium. En ajoutant à la solution de ce produit un peu d'alcool ou mieux d'acide chlorhydrique jusqu'à la formation d'un précipité minime, j'obtenais un ou deux centigrammes d'un produit encore bien plus concentré qui était destiné à l'étude du spectre. Le produit restant servait pour la détermination du poids atomique du baryum radifère.

» L'étude du spectre des produits successifs a été faite par M. Demarçay, qui en a publié les résultats (¹).

» Le dernier de ces produits ne contient plus le baryum qu'à l'état de trace et peut être considéré comme du chlorure de radium à peu près pur.

» L'isolement du chlorure de radium a donc été obtenu. Mais la quantité de sel pur isolé est insuffisante pour qu'il soit possible actuellement de déterminer le poids atomique du radium. J'ai dû me contenter de déterminer le poids atomique du baryum radifère avec le produit de concentration moindre dont j'avais $0^{gr},4$.

» La dernière détermination analogue que j'avais faite il y a quelques mois m'avait donné pour le poids atomique du baryum radifère le nombre 146 (²), qui est déjà très supérieur à 137,5, poids atomique du baryum pur.

» La méthode employée était la même : c'est celle du dosage du chlore dans le chlorure anhydre. Une détermination était faite simultanément sur le chlorure de baryum pur cristallisé, placé exactement dans les mêmes conditions; cette détermination servait de contrôle.

» Le chlorure de baryum pur était pesé à l'état de cristaux et à l'état de sel anhydre; le chlorure de baryum radifère seulement à l'état de sel anhydre.

» Après avoir été maintenus à une température de 130° pendant une heure, les deux sels ont perdu toute leur eau de cristallisation; ensuite le poids reste constant, soit que l'on prolonge le chauffage, soit même que l'on porte la température à 150° pendant une heure ou plus; on n'observe plus aucune perte de poids, et cela indique qu'il n'y a pas perte de chlore.

» Cette remarque est importante parce que le chlorure de baryum radifère, très concentré en radium, éprouve à la longue une transformation révélée par un changement de couleur et d'aspect; il dégage alors une odeur analogue à celle de l'eau de

(¹) *Comptes rendus*, 26 décembre 1898, novembre 1899 et 23 juillet 1900.
(²) *Comptes rendus*, novembre 1899.

javelle. La transformation se produit un peu plus rapidement à l'air humide; elle est accompagnée d'une augmentation de la radioactivité du produit. La transformation ne commence à être visible sur le produit sec que plusieurs jours après la préparation.

» La détermination effectuée sur le chlorure de baryum pur a donné le nombre 138.0. Des deux déterminations effectuées sur le chlorure radifère, l'une a donné 174.1 et l'autre 173.6 pour le poids atomique du baryum radifère dans ce chlorure.

» Nous n'avons aucun moyen d'apprécier les quantités relatives de radium et de baryum dans ce produit. M. Demarçay pense cependant que, d'après l'aspect du spectre, il y aurait plutôt plus de radium que de baryum. En tout cas il est certain que le poids atomique du radium est très supérieur à 174.

» La quantité de chlorure de radium pur que j'ai isolée est insuffisante pour pouvoir faire l'étude des propriétés du radium pur. Cependant nous sommes très heureux, M. Curie et moi, d'avoir obtenu la preuve de l'existence de cet élément, et de voir ainsi confirmées les idées qui nous ont guidés dans nos recherches sur les substances radioactives (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le dosage électrolytique du cadmium* (2). Note de M. **Dmitry Balachowsky**, présentée par M. Henri Moissan.

« Un assez grand nombre de procédés de dosage ont été proposés pour le cadmium. Lückoff (3) a proposé l'électrolyse du chlorure $HAzO^3$, H^2SO^3. E. Smith (4) a électrolysé la solution des différents sels dans l'acide acétique, l'acide sulfurique, l'acide azotique, dans le phosphate de sodium, Beilstein et Javein (5) dans le cyanure de potassium, et enfin Classen (6) dans l'acide oxalique.

» Mais, comme l'ont montré le professeur Classen et M. Heidenreich (7),

---

(1) Les travaux pour la préparation du radium ont occasionné de grandes dépenses. Nous adressons ici nos remercîments à l'Académie des Sciences, à la Société d'encouragement et à un donateur anonyme qui nous sont venus en aide.

(2) Travail fait au Laboratoire de M. Moissan.

(3) *Zeitschrift für anal. Chemie*, t. XV, p. 303.

(4) *Americ. chem. Journ.*, t. II, p. 43; 1880.

(5) *Ber. deutsch. chem. Gesel.*, t. XII, p. 759.

(6) *Quantitative Analyse durch Electrolyse*, 1897.

(7) *Ber. deutsch. chem. Gesel.*, t. XXIX, p. 1586.

ces différents procédés ne donnent pas de résultats vraiment pratiques; on obtient des précipités trop faibles, peu adhérents et en faible poids ($0^{gr},2$ Cd, 12^{h}). Le procédé suivant nous a permis d'obtenir un dépôt métallique absolument pur, parfaitement adhérent, tout en opérant sur une quantité notable de matière.

» 1. L'appareil employé était la capsule de Classen recouverte de cuivre par électrolyse de la solution azotique. Le sulfate de cadmium ($1^{gr},5$-2^{gr}) est dissous dans 150^{cc} d'eau. On ajoute de l'acide azotique (5^{cc} pour 1^{gr} de sel). La température est de 60°. (Force électromotrice $V = 2,8$ et densité $ND_{100} = 0,4$ amp. au début de l'opération; $V = 3,5$ et $ND_{100} = 0,6$ amp. à la fin.) Dans ces conditions on obtient un précipité de cadmium à l'état métallique, cristallin et parfaitement adhérent à la cathode, se lavant avec la plus grande facilité.

» On constate la fin de l'opération soit avec le sulfure d'ammonium, soit au moyen de la troisième électrode. On peut alors interrompre le courant pour laver à l'eau, à l'alcool et sécher à l'étuve à 100°. Le métal obtenu a un poids parfaitement constant et qui ne varie pas après plusieurs jours d'exposition à l'air.

» Nous donnons ici quelques-unes des analyses faites par cette méthode.

$$1° \ (3CdSO^4 + 8H^2O) + 5^{cc}\text{-}7^{cc}CH^3 - COOH;$$

$$V = 2,8\text{-}3,5; \quad I_{ND_{100}} = 0,04\text{-}0,06 \text{ amp.} \quad T = 60°.$$

Prise de sel.	Durée en heures.	Cd trouvé.	Cd calculé.	Erreur pour 100.
gr 1,5	8h	0,6526	0,6566	−0,6
1,5	7	0,6540	0,6566	−0,4
2,35	10	1,0281	1,0286	−0,5
2,35		1,0277		−0,11
2	10	0,8760	0,8754	+0,15
1,2	8	0,5250	0,5254	−0,08

La capsule recouverte de cuivre.

» 2. On peut aussi doser le cadmium par le procédé qui nous a servi pour le bismuth.

» $2^{gr}(3CdSO^4 + 8H^2O)$ sont dissous dans 150^{cc} d'eau. On ajoute 3^{gr} urée; $ND_{100} = 0,3$; $V = 2,5$; $T = 40°\text{-}60°$. L'appareil est la capsule de Classen dépolie. Durée de l'opération : six à huit heures. Le précipité est semblable à celui de la méthode précédente. On lave sans interrompre le courant à l'alcool et l'on sèche à 100°.

» 2° Les résultats donnés par cette méthode sont les suivants :

$1^{gr},5\text{-}2^{gr}$; $3CdSO^4 + 8H^2O$; $V = 2,5\text{-}2,7$; $T = 40^o\text{-}60^o$; 3^{gr} urée

$ND_{100} = 0,3\text{-}0,4$ amp.

Prise de sel.	Durée en heures.	Cd trouvé.	Cd calculé.	Erreur pour 100.
gr	h			
2............	10	0,8742	0,8754	−0,17
2............	12	0,8757		−0,03
1,854........	12	0,8075	0,8115	−0,5
1,854........	12	0,8100		−0,15
2............	12	0,8750	0,8454	−0,02
2,51.........	12	1,0900	1,0986	−0,78

» 3. On emploie 2^{gr} de sulfate de cadmium, dissous dans 120^{cc} d'eau et l'on additionne d'aldéhyde formique ou éthylique (3^{cc} pour 1^{gr} de sel), on utilise une capsule Classen dépolie non recouverte de cuivre. (Le voltage, au début, est de 2,5; à la fin, 3,3. $ND_{100} = 0,4\text{-}0,6$. Durée de l'opération : huit à dix heures.) On chauffe légèrement et, le dépôt terminé, on lave sans interrompre le courant. Les résultats sont les mêmes que précédemment. La capsule se nettoie facilement avec de l'acide azotique concentré. Comme pour le bismuth, la présence de quantités notables de chlore, de brome, d'iode ou d'un grand excès d'AzO^3H est nuisible à l'analyse.

» 3° :

$$1^{gr},5\text{-}2^{gr}\,CdSO^4 + 120^{cc}\,H^2O,$$

$$2^{cc},5\text{-}3^{cc},5\;CH^3C\begin{smallmatrix}\diagup H\\ \diagdown\!\!\diagdown O\end{smallmatrix}\text{ ou }HC\begin{smallmatrix}\diagup\!\!\diagup O\\ \diagdown H\end{smallmatrix};$$

$T = 50^o$; $V = 2,5\text{-}3,3$; $I = 0,04\text{-}0,06$.

Prise de sel.	Durée en heures.	Cd trouvé.	Cd calculé.	Erreur ± pour 100.
gr	h			
1,5	8	0,6508	0,6566	−0,9
1,5	10	0,6560		−0,15
1,5	10	0,6537	0,6566	−0,20
1,5	9	0,6572		+0,01
2,14	12	0,9304	0,9337	−0,3
2,35	18	1,0200	1,0286	−0,8
1,87	10	0,8140	0,8185	−0,5
2,00	12	0,8724	0,8754	−0,25
2,00	10	0,8707		−0,5
1,83	10	0,8045	0,801	+0,4

» Les formules de Nernst

$$\pi\varepsilon = A = \int_{p}^{p_1} p\,dv = \frac{RT}{0,4343}\log\frac{P}{p_0}, \qquad \pi = \frac{RT}{0,4343.m\varepsilon_0}\log\frac{P}{p}$$

donneraient, comme différence de potentiel nécessaire pour l'électrolyse des solutions de cadmium, $2,03 + 0,3v$. En réalité, nous avons pris 2,5 volts.

» *En résumé*, nous avons pu obtenir, par électrolyse des solutions de bismuth et de cadmium, des précipités métalliques absolument exempts d'oxyde, bien adhérents et faciles à laver. La différence des conditions de précipitation de ces deux corps nous a conduit à un procédé de séparation qui fera l'objet d'une prochaine Communication. Nous ferons remarquer, de plus, que ce procédé électrolytique constitue une excellente méthode, ainsi que l'a montré A. Classen ([1]), pour l'obtention du bismuth à l'état de pureté absolue. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques nouveaux spectres de terres rares.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Henri Moissan.

« La terbine, bien que l'une des terres rares dont l'existence est certaine depuis le plus de temps, grâce à l'existence de son peroxyde coloré, est extrêmement mal définie, car on ne connaît aucun spectre du terbium ni même la véritable couleur du peroxyde pur. M. Lecoq de Boisbaudran a montré que ce composé auquel on attribuait une couleur relativement pâle est très foncé. Cependant même alors il n'est pas encore pur. J'ai pu, en effet, en obtenir un échantillon presque noir dans le spectre d'étincelle duquel on distinguait les raies de plusieurs métaux terreux en quantités apparemment du même ordre de grandeur. On peut, sans trop risquer de faire erreur, prédire que le peroxyde de terbium pur sera aussi foncé en couleur que le peroxyde de praséodyme et que des terres simplement jaunes n'en peuvent contenir que de très petites quantités.

» Dans le spectre de ces diverses terbines, j'ai remarqué quelques raies qui *semblent* appartenir au terbium. Elles s'observent avec force dans le spectre de la terbine brune de M. Lecoq de Boisbaudran, mêlées à celles de plusieurs autres corps. Je les ai obtenues avec celles du gadolinium seul, dans le spectre des produits les plus solubles du nitrate magnésien de gadolinium déjà assez pur. Ces produits très solubles donnaient un oxyde brun et une trace de la bande d'absorption ($\lambda = 487,7$) que M. Lecoq a désigné sous le nom de $Z\delta$. Passant sous silence diverses raies plus faibles,

([1]) *Berichte*, p. 937-941; Berlin, 1890.

je citerai seulement les 8 raies suivantes qui sont fortes et caractéristiques :

λ.	Force.	λ.	Force.
3704,3	10	3561,7	12
3703,2	11	3540,2	11
3676,7	12	3523,4	10
3568,4	10	3508,5	12

maximum de force : 16; minimum : 1.

» Je désignerai provisoirement par Γ l'élément auquel est dû ce spectre; car, bien que les variations concordantes de la terbine et du spectre fassent penser à une relation de cause à effet, la pureté des matières est trop insuffisante pour permettre autre chose qu'une présomption.

» Dans les spectres de produits encore terbifères, mais plus voisins de l'holmium, on rencontre une seconde série de raies que certains fractionnements permettent d'isoler dans des terres peu colorées. Elles répondent à un élément particulier voisin de l'holmium, abondant dans les terres à dysprosium. Peut-être est-il identique à la terre $Z\gamma$ de Lecoq, caractérisé par un spectre de bandes dans la région jaune du spectre. Je désignerai par Δ cet élément, laissant indécise la question de son identité avec $Z\gamma$. Les plus fortes lignes de ce spectre assez riche en raies sont les suivantes :

λ.	Force.	λ.	Force.
4212,6	11	3945,0	10
4195,5	6	3595,0	6
4187,3	9	3550,0	5
3978,6	6	3531,3	11

» Dans le spectre de portions yttrifères plus solubles encore et intermédiaires à l'holmium et à l'erbium, on remarque deux raies qui ne sont dues ni à l'holmium, ni à l'erbium, comme je m'en suis assuré. Ces deux raies, qui peuvent être fort intenses, de longueur d'onde 3967,9 et 3930,9, me paraissent caractériser un élément particulier que je désignerai sous le symbole Ω.

» Enfin, dans les terres très peu basiques intermédiaires à l'erbium et à l'ytterbium, on observe plusieurs raies fortes dont deux, qui me semblent n'appartenir ni à ces éléments ni au thulium, ont pour longueur d'onde 4008,2 et 3906,5. Ces raies fort intenses rappellent celles de $\Sigma - Z_\varepsilon$. Je désignerai par Θ l'élément auquel elles sont dues.

» J'ai noté, en même temps que ces divers spectres, de nombreuses raies qui me paraissent dues à des éléments déjà caractérisés par leur spectre

d'absorption. Ces nouveaux spectres ne se font pas remarquer comme les précédents par un très vif éclat. Comme les précédents, je ne les ai encore obtenus que mêlés entre eux. Le grand nombre de leurs raies, leur faiblesse relative rendent moins utile la description encore incertaine que j'en pourrais faire actuellement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxyde bleu de molybdène* (1). Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'oxyde bleu de molybdène est certainement, de tous les oxydes de ce métal, celui qui est connu avec le moins de certitude. Découvert par Bucholz, il fut ensuite étudié par Berzelius (2), Rammelsberg (3), Maschke (4), Muthmann (5), Péchard (6), Marchetti (7). Sa composition fut successivement $MoO^2, 4MoO^3$ (Berzelius), MoO^2, MoO^3 (Rammelsberg), $MoO^2, 2MoO^3$ (Muthmann, Marchetti). Au cours de nos recherches sur les oxydes de molybdène, nous avons été amené à reprendre toute l'étude de cet intéressant composé.

» L'oxyde bleu de molybdène est un oxyde salin, c'est un molybdate de bioxyde de molybdène. Ses très nombreux modes de formation peuvent être ramenés aux trois suivants : 1° union du bioxyde et du trioxyde, en présence de l'eau; 2° réduction du trioxyde par voie humide; 3° oxydation du bioxyde.

» Nous avons étudié tous les modes de formation et toutes les méthodes de préparation indiquées. Nous n'en ferons pas ici la critique; nous décrirons seulement les méthodes d'analyse que nous avons employées pour déterminer la composition de l'oxyde bleu et les préparations qui nous ont permis d'isoler ce composé à l'état hydraté, pur et en quantité notable.

» Analyse. — L'analyse de l'oxyde bleu de molybdène peut être faite, soit sur l'oxyde en solution, soit sur l'oxyde solide.

» I. Pour analyser la solution, il suffit d'en oxyder un volume connu par l'acide azotique; l'oxyde est ainsi transformé en acide molybdique qu'on pèse après évapo-

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Moissan à la Faculté des Sciences.
(2) *Poggend. Ann.*, t. VI, p. 380; 1826.
(3) *Ibid.*, t. CXXVII, p. 281; 1866.
(4) *Anal. Zeit.*, t. XII, p. 384; 1874.
(5) *Liebig's Ann.*, t. CCXXXVIII, p. 108; 1887.
(6) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1481; 1892.
(7) *Zeit. anorg. Ch.*, t. XIX, p. 391; 1898.

ration à sec et calcination; on en déduit le poids de molybdène que contient la solution.

» D'autre part, la quantité de permanganate de potassium nécessaire pour décolorer le même volume de solution bleue mesure l'oxygène qu'il faut lui fournir pour amener l'oxyde bleu à l'état d'acide molybdique. Connaissant le poids d'oxygène ajouté pour transformer l'oxyde bleu en trioxyde et la quantité totale d'oxygène que renferme ce trioxyde, on calcule le poids d'oxygène primitivement fixé sur le métal dans la solution bleue. Le permanganate employé était titré au moyen du fil de clavecin et les titrages faits en liqueur peu sulfurique.

» II. Pour établir la composition de l'oxyde bleu solide, nous avons dosé directement le métal et l'eau : l'oxyde est brûlé dans un courant d'air bien sec; il se transforme en trioxyde qu'on pèse; l'eau dégagée est recueillie et pesée également.

» Préparation. — I. On peut obtenir une solution d'oxyde bleu pur par la méthode suivante : On met en contact, dans l'eau, de l'anhydride molybdique avec du molybdène métallique préparé par réduction ou par la méthode de M. Moissan, au four électrique ([1]). La solution bleue obtenue après plusieurs jours est filtrée, pour la séparer de l'anhydride molybdique non dissous, puis abandonnée de nouveau plusieurs jours à l'abri de l'air, avec un excès de métal pour réduire l'anhydride molybdique qu'elle peut renfermer en solution. L'analyse de la solution rapidement filtrée donne :

Molybdène pour 100	68,5	68,29
Oxygène	31,4	31,71

» II. Pour obtenir une solution renfermant beaucoup d'oxyde bleu, ce qui est très long par la méthode précédente, nous avons précipité, comme le faisait Rammelsberg, le bioxyde dissous dans l'acide chlorhydrique, par le molybdate d'ammoniaque également dissous dans l'acide chlorhydrique; le précipité bleu produit était ensuite lavé avec une solution saturée de chlorure de sodium pour entraîner le chlorure d'ammonium et les autres sels dissous, puis placé sur la membrane d'un analyseur. Extérieurement on versait de l'eau renouvelée fréquemment, jusqu'à entraînement complet du chlorure de sodium; l'oxyde bleu reste dans le dialyseur. Cette dialyse dure plusieurs jours. La solution bleue exempte de sels étrangers est ensuite évaporée dans le vide ou dans un courant d'hydrogène. L'analyse de l'oxyde solide donne :

Molybdène pour 100 dans l'oxyde supposé anhydre ([2])	67,86	67,75	67,97	67,77	67,97	67,68

» III. Enfin, après de nombreux essais, nous avons trouvé les conditions dans lesquelles il faut se placer pour avoir l'oxyde bleu pur en grande quantité. Cette nouvelle préparation est basée sur les deux observations suivantes : 1° Le molybdate bleu de bioxyde de molybdène qui est détruit, ainsi que nous le montrerons, par l'acide chlorhydrique concentré, est seulement insolubilisé par un acide suffisamment dilué. Ainsi, l'acide chlorhydrique pur à 22° B., étendu de 9 parties d'eau environ, n'altère pas

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1320; 1891.

([2]) Dans chaque analyse, le molybdène est calculé pour 100 parties d'oxyde analysé, après qu'on en a retranché l'eau pesée.

l'oxyde bleu, ne le dissout que très peu, et une solution bleue est précipitée entièrement lorsqu'on l'additionne d'acide chlorhydrique pur, jusqu'à ce qu'elle en renferme environ $\frac{1}{10}$ de son volume; 2° Lorsque l'oxyde bleu est préparé par précipitation, par la méthode de Rammelsberg, par exemple, avec des liqueurs chaudes, à 50° ou au-dessus, le précipité est très rapidement soluble dans l'eau, lorsque, par les lavages, on a entraîné les sels et l'acide dans lesquels il est insoluble.

» Au contraire, lorsqu'il a été précipité dans des liqueurs parfaitement froides, à 15°, par exemple, il n'est plus que *très lentement* soluble dans l'eau froide, et peut être lavé jusqu'à entraînement total de tous les sels qui l'accompagnent, et de toute trace d'acide, sans se dissoudre sensiblement.

» Voici maintenant comment nous isolons l'oxyde bleu, en tenant compte de ces remarques. On précipite à froid une solution chlorhydrique de bioxyde de molybdène, par une solution chlorhydrique de molybdate d'ammoniaque, en mettant un excès de la première solution. Le précipité bleu est filtré, lavé à la trompe avec de l'eau bouillie acidulée d'acide chlorhydrique, puis à l'eau bouillie seule, en maintenant toujours le précipité recouvert de liquide. On fait, en outre, arriver, pendant tout le lavage, un courant d'acide carbonique sur l'entonnoir où s'effectue le lavage, au moyen d'un second entonnoir renversé, posé sur le premier. On poursuit le lavage jusqu'à disparition totale de l'acide chlorhydrique. La dessiccation est effectuée dans le vide à froid sur l'acide sulfurique, ou mieux dans un courant d'hydrogène sec au bain-marie; nous donnons ici un certain nombre d'analyses effectuées sur des oxydes obtenus dans des préparations différentes et renfermant des quantités d'eau très variables suivant le mode et la durée de la dessiccation :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Molybdène pour 100 d'oxyde supposé anhydre.	67,76	67,66	67,80	68,11	68,17
			67,98	67,62	67,87
				67,33	67,60

» Nous croyons que cette préparation donne l'oxyde bleu exempt d'acide molybdique; il est, en effet, précipité en présence d'un excès de sel de bioxyde, lavé et séché à l'abri de l'air.

» La composition de l'hydrate, complètement desséché à froid sur l'acide sulfurique, dans le vide ou dans l'hydrogène sec au bain-marie, est:

Molybdène pour 100 d'oxyde hydraté...	59,15	58,90	58,92	58,99	58,80
Eau................................	12,97	13,47	13,18	12,75	13,50

» FORMULE. — Nous ne croyons pas que l'altérabilité du molybdate de molybdène, qui n'est que lentement oxydable à l'air, ou l'imperfection de nos analyses nous aient éloigné beaucoup de sa composition véritable; nous ne pouvons donc adopter ni la formule MoO^2, MoO^3, qui exige 70,58 pour 100 de métal, ni la formule $MoO^2, 2MoO^3$, qui exige 69,23 pour 100. Les formules qui donnent, pour le métal, des nombres très voisins de ceux que nous avons trouvés sont : $MoO^2, 4MoO^3$, ou bimolybdate de bioxyde (68,18 de molybdène pour 100); $3MoO^2, 14MoO^3$, qui correspond aux molybdates ordinaires alcalins (68 pour 100 de molybdène); $MoO^2, 5MoO^3$ (67,92 pour 100 de molybdène). A défaut d'autres considérations, nous choisissons la formule la plus simple : $MoO^2, 4MoO^3$; l'oxyde bleu de molybdène est aussi, comme le pensait Berzelius, un bimolybdate de molybdène.

» La quantité d'eau trouvée dans l'hydrate séché complètement à basse température s'accorde bien avec la composition $MoO^2, 4MoO^3, 6H^2O$, qui exige 59,11 pour 100 de métal et 13,3 pour 100 d'eau.

» *En résumé*, nous avons isolé à l'état de pureté l'oxyde bleu de molybdène *hydraté*; nous avons indiqué les conditions dans lesquelles il faut se placer pour l'obtenir aisément en quantité notable. Nos analyses lui attribuent la composition $MoO^2, 4MoO^3, 6H^2O$.

« Nous donnerons l'étude de ses propriétés dans une prochaine Communication. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'iode normal de l'organisme et son élimination*. Note de M. **P. Bourcet**, présentée par M. Armand Gautier.

« La présence de l'iode dans l'économie n'avait été décelée jusqu'ici que dans deux organes seulement, la glande thyroïde et les glandes parathyroïdes. Il y a peu de temps, nous avons publié dans ce Recueil ([1]), M. Gley et moi, que normalement le sang des animaux contenait de l'iode, et nous avons même déterminé que ce métalloïde s'y trouvait à l'état organique et non sous forme d'iodures alcalins.

» Poursuivant ces recherches sur la dissémination de l'iode dans l'organisme, je suis arrivé à un certain nombre de résultats que je crois suffisamment intéressants pour être signalés à l'Académie.

» Le sang contenant de l'iode, je me suis demandé si les organes qu'il irrigue et les tissus qu'il imprègne ne contenaient pas ce métalloïde.

» Trois lapins mâles de forte taille, pesant ensemble 4200gr, furent sacrifiés par section de la carotide, le sang fut recueilli, et tous leurs organes isolés par une section soignée. Les organes de même nom furent réunis, et le dosage d'iode pratiqué suivant les méthodes que j'ai publiées (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1120) donna les résultats suivants :

		Iode.
gr 200 de sang	contenaient.	mgr 0,005
60 de muscle cardiaque	»	0,005
700 de gros intestin (et contenu)	»	0,017
300 intestin grêle (et contenu)	»	0,03
175 vessie (et contenu)	»	0,00
500 estomac (et contenu)	»	0,04
400 foie et vésicule biliaire	»	0,71

([1]) Gley et Bourcet, *Comptes rendus*, 18 juin 1900.

			Iode.
gr			mgr
82	reins	»	0,027
400	graisse	»	0,00
50	poils	»	0,9
500	muscle	»	0,025
40	tissu pulmonaire	»	0,03
52	appareil génital	»	0,03
30	cerveau	»	0,012
10	pancréas	»	0,00
200	peau (sans poils)	»	0,12
17	globes oculaires	»	0,00

» En répétant l'expérience sur un chien de taille moyenne (8 kilogrammes), je suis arrivé à des résultats quelque peu différents : le sang et le foie ne contenaient que de très faibles quantités d'iode. Le thymus, l'hypophyse, la substance médullaire donnèrent de l'iode, de même que la glande mammaire en état de lactation et l'utérus gravide : ces deux résultats ne sont pas surprenants, le lait contenant toujours de l'iode et le fœtus aussi, lorsqu'il naît dans de bonnes conditions.

» En face de ces résultats la conclusion s'impose : l'iode existe non seulement dans la glande thyroïde et le sang, mais encore dans presque tous les organes de l'économie, mais à doses très faibles et nullement comparables à celles, relativement fortes, qui existent dans la thyroïde.

» Je prouverai, dans une autre Note, que l'homme absorbe chaque jour, par son alimentation liquide et solide, environ $0^{mgr},33$ d'iode. La glande thyroïde contenant en moyenne 4^{mgr} d'iode, il arrive un moment où ce métalloïde se trouve en excès dans l'économie; il doit donc s'éliminer, et je me suis demandé par où se faisait cette élimination.

» Les fèces et les urines ne contiennent que très peu d'iode à l'état normal : cet élément ne s'élimine par la voie intestinale ou rénale que quand on produit dans l'économie une surcharge en iode : par ingestion d'iodure de potassium, par exemple. Ce n'est donc pas par ces voies que s'élimine l'iode, ni par les glandes salivaires, qui présentent le même phénomène.

» M'inspirant des recherches de M. A. Gautier sur l'élimination de l'arsenic normal de l'économie, j'ai pensé que l'iode suivant presque partout l'arsenic dans l'économie devait s'éliminer par la peau et les productions épidermiques : c'est en effet ce qui se passe; la sueur, la peau, les poils, les cheveux et les ongles contiennent une très forte proportion d'iode qui s'y trouve en même temps qu'une quantité à peu près égale de brome. Ce sont les cheveux qui sont l'agent principal de cette élimination; ils en con-

tiennent en moyenne $2^{mgr},5$ par kilogramme; les ongles en donnent en moyenne $1^{mgr},7$ par kilogramme.

» Poursuivant chez la femme, qui ne perd pas ses cheveux comme l'homme, les idées qui avaient guidé M. A. Gautier sur l'élimination de l'arsenic, j'ai cherché l'iode dans le sang menstruel. De cinq expériences ayant porté sur cinq échantillons différents de sang menstruel, je puis conclure que la présence de l'iode y est constante et que sa teneur varie entre $0^{mgr},80$ et $0^{mgr},90$ par kilogramme. Dans une sixième expérience, j'eus la chance de recueillir le sang menstruel d'une femme et le sang qu'elle avait perdu par plusieurs épistaxis abondants et successifs : le sang menstruel contenait $0^{mgr},94$ d'iode par kilogramme, et le sang provenant d'épistaxis n'en contenait que $0^{mgr},021$. Je crois pouvoir en conclure que chez la femme le sang menstruel contient de l'iode en plus grande quantité que le sang veineux, et que les menstrues sont chez elle le mode principal d'élimination de l'excès de l'iode que peut contenir l'organisme, de même que, chez l'homme, ce sont les cheveux qui sont chargés de cette élimination, constatations parallèles à celles que M. A. Gautier a faites pour l'arsenic. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les matières azotées du malt* [1].
Note de MM. **P. Petit** et **G. Labourasse**.

« Nous avons saccharifié chaque fois 100^{kgr} de malt étudié dans une précédente Note, en employant la même marche de saccharification, de cuisson et de fermentation, mais l'eau était additionnée de matières minérales, savoir :

» I. $47^{gr},6$ de sulfate de chaux par hectolitre.

» II. $17^{gr},8$ de chlorure de sodium.

» III. $11^{gr},95$ de bicarbonate de chaux.

» Les moûts ont été bouillis une demi-heure, puis additionnés de houblon et, après une nouvelle ébullition de deux heures et demie, refroidis à 6°, mis en levain avec une levure basse et fermentés douze jours, la température maxima étant de 8°,5.

» On a dosé l'azote total, l'azote précipité par l'acide phosphotungstique, par le sulfate de zinc et l'ammoniaque formée par l'action de l'acide chlorhydrique étendu et bouillant pendant deux heures. Pour abréger, nous désignerons par A, B et C ces

(1) Travail fait à l'École de Brasserie de Nancy.

diverses quantités d'azote : on trouve ainsi, les azotes précipités étant exprimés en pour 100 de l'azote total :

	Azote total pour 100^{cc}.	A pour 100.	B pour 100.	C pour 100.
CaSO	mgr 86,9	25,1	55,9	15,4
NaCl...........	82	25,9	55,1	16,3
CaHCO........	76,1	22,8	52,2	15,1
CaSO	112,5	24	61,9	12,5
NaCl...........	108,3	20,5	56,6	20,6
CaHCO........	100,5	24,8	49,6	14,2
CaSO	72,2	29,3	57,7	12,2
NaCl...........	79,1	26,6	59,8	8,9
CaHCO........	73,1	24,2	50,9	8,8

» Pour les moûts bouillis une demi-heure, il y a identité à peu près complète pour CaSO et NaCl, tandis que pour le bicarbonate on a moins d'azote total et une proportion plus petite d'azotes A et B.

» Après houblonnage et nouvelle ébullition plus longue, on a pour CaSO changement d'azote A et C en azote B, c'est-à-dire en admettant comme on le fait souvent que les corps A, B et C représentent respectivement des peptones, des albumoses et des corps amidés, il y aurait, en présence de sulfate de chaux, changement de corps amidés et de peptones en albumoses. De même, pour NaCl, changement de corps A en substances C ou de peptones en corps amidés, enfin pour le bicarbonate de chaux, la transformation est moins active et l'on a produit de l'azote A aux dépens des azotes B et C, c'est-à-dire des peptones aux dépens des albumoses et des corps amidés.

» Ces dénominations de peptones, albumoses et corps amidés, appliquées aux formes d'azote A, B et C, ne peuvent avoir qu'une valeur de convention, puisque les divers réactifs agissent partiellement au moins sur les mêmes corps.

» Il résulte de là, en tout cas, que les matières azotées subissent, pendant le houblonnage et la cuisson, des transformations fortement influencées par la composition minérale de l'eau employée à la saccharification.

» Après fermentation, nous trouvons une diminution très notable de la forme C pour NaCl et le bicarbonate de chaux, tandis qu'elle est à peu près nulle pour le sulfate : la répartition de l'azote sous les diverses formes est d'ailleurs peu différente de ce qu'elle est dans le moût bouilli, sauf que la forme B est beaucoup moins abondante dans le moût avec bicarbonate.

» Les pertes d'azote pendant la fermentation sont les suivantes :

	Azote total pour 100^{cc}.	A pour 100.	B pour 100.	C pour 100.
CaSO	40,3 mgr	29,8	38,2	28,2
NaCl............	29,2	3,7	47,2	48,2
CaHCO..........	27,4	26,2	45,2	28,7

» L'azote répondant aux formes A, B, C est exprimé en pour 100 de l'azote total disparu.

» Le pour 100 de corps A et C est à peu près le même pour CaSO et pour le bicarbonate, tandis qu'il y a une très forte différence pour les matières B, celles-ci étant consommées en proportions beaucoup plus grandes pour le bicarbonate. Avec NaCl, les corps A sont à peine touchés, tandis que la proportion de matières B et C disparues est considérable.

» On voit donc que, pendant la fermentation, la levure consomme une proportion relativement petite de corps C, c'est-à-dire de corps amidés, sauf en présence de NaCl, et qu'elle fait disparaître des quantités très notables de substances A et B, sauf en présence de NaCl pour les premières. Le chlorure de sodium favorise donc la formation, pendant la cuisson, de corps amidés et d'albumoses absorbables par la levure. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'origine des brèches calcaires secondaires de l'Ariège; conséquences à en tirer au point de vue de l'âge de la lherzolite.* Note de M. **A. Lacroix.**

« Les principaux gisements de lherzolite de l'Ariège (Lherz, vallée de Luc) se trouvent sur la bordure septentrionale d'une bande de calcaires secondaires traversant de l'est à l'ouest une partie de la feuille de Foix. Ces calcaires, représentant tout le jurassique et peut-être l'infracrétacé, sont en partie bréchiformes; j'ai décrit antérieurement les intenses phénomènes métamorphiques subis par les calcaires marneux liasiques, au contact de la lherzolite, et démontré ainsi la postériorité de cette roche éruptive par rapport au lias; la considération de la brèche lherzolitique qui, dans plusieurs gisements, sépare la lherzolite des calcaires bréchiformes postliasiques, m'avait conduit, en outre, à regarder la lherzolite comme antérieure au jurassique supérieur. L'étude des brèches calcaires de cette région me fait aujourd'hui modifier cette dernière conclusion.

» Ces brèches ne sont pas, en effet, d'origine sédimentaire, comme je l'avais admis, mais d'origine dynamique; j'en ai trouvé la preuve le long d'un chemin forestier en voie de construction, dans la forêt de Freychinède, montrant, sur plusieurs kilomètres, des surfaces récemment mises à vif. On peut y voir les calcaires (rubanés de blanc et de noir) du lias et de l'oolithe (dolomie jurassique), puis les calcaires blancs de l'infracrétacé, régulièrement stratifiés, passer d'une façon brusque ou ménagée à des brèches dans lesquelles on trouve fréquemment, à quelques centimètres de distance, des fragments anguleux ou arrondis d'un même lit coloré, réunis par un ciment incolore et peu déviés de leur position originelle. La disposition de ces brèches ne présente aucune relation fixe avec la stratification normale des calcaires qu'elles coupent sous tous les angles possibles. Tantôt elles ne constituent qu'un accident au milieu des calcaires stratifiés; tantôt, au contraire, il ne subsiste plus que des lambeaux de ceux-ci, au milieu d'énormes masses bréchiformes.

» Une autre preuve que cette structure bréchiforme n'est pas due à un processus de sédimentation est fournie par son existence dans les bancs de cipolins à chondrodite intercalés dans des lambeaux de gneiss, que recouvrent les assises jurassiques du port de Saleix.

» Les brèches lherzolitiques ne s'observent que là où la lherzolite se trouve en contact avec des brèches calcaires; exclusivement constituées par des fragments lherzolitiques, dans les parties qui reposent sur la lherzolite, elles passent, d'autre part, insensiblement aux brèches calcaires. Des brèches de même structure s'observent aussi au contact des brèches calcaires et des calcaires liasiques modifiés par la lherzolite, au contact des gneiss, etc.; leurs éléments sont alors empruntés à ces diverses roches. On est donc logiquement conduit à admettre que toutes ces brèches, quelle que soit leur constitution minéralogique, ont la même origine; elles ont été produites par l'écrasement de roches superposées, offrant les unes par rapport aux autres, au moment où le phénomène s'est produit, les relations mutuelles que l'on constate aujourd'hui.

» D'autre part, ce qui caractérise l'action métamorphique de la lherzolite, c'est le développement du dipyre dans les sédiments voisins; or, en étudiant minutieusement les crêtes infracrétacées de la région de Vicdessos, on peut y constater, aussi bien que dans la dolomie jurassique, l'existence locale de ce minéral. Il y est généralement de petite taille, parfois associé à un peu d'orthose, de mica, etc. La rareté relative de ces divers minéraux métamorphiques dans ces calcaires, comparée à leur

extrême abondance dans les assises liasiques, tient, d'une part, à une distance plus grande de la roche éruptive et, d'une autre, à la constitution chimique de ces calcaires et dolomies, qui sont généralement très purs et transformés en marbres blancs.

» En résumé, les brèches calcaires d'âge secondaire et la brèche lherzolitique ont une commune origine; elles ne se sont pas produites par sédimentation, mais sont le résultat d'actions dynamiques consécutives à des mouvements orogéniques ([1]).

» La lherzolite a métamorphisé non seulement le lias, mais encore tout le jurassique et même l'infracrétacé, si l'on admet avec M. Roussel cet âge pour les calcaires supérieurs de Vicdessos et de Lherz. Elle n'est pas venue au jour, mais constitue des masses intrusives, sortes de laccolites qui ne sont visibles que là où l'érosion les a en partie découpées et dégagées du manteau de calcaires postliasiques qui les recouvrait. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur quelques températures observées au parc de Saint-Maur.* Note de M. E. **Renou**, présentée par M. Mascart.

« Le mois de juillet 1900 a offert quelques chiffres thermométriques remarquables. La température moyenne de l'air, déduite de celle des 24 heures, a été de 21°,57, présentant un excès de 3°,58 sur la moyenne déduite de 25 ans d'observations; c'est la plus haute depuis 1859. Le chiffre de 22°,65 trouvé à l'Observatoire de Paris, qui correspond à peu près à 22° dans la campagne, est, autant qu'on peut en juger aujourd'hui, la plus haute température de juillet depuis un siècle et demi.

» Nous avons eu deux maxima remarquables : 36°,7 le 16, et 37°,7 le 20. Ce sont les plus hautes températures constatées au parc de Saint-Maur depuis celles qui ont été observées au même endroit en 1881, savoir 37°,8 le 15 et 38°,4 le 19, ainsi à quatre jours d'intervalle comme cette année et presque à la même date. Cette température de 38°,4 est la plus haute qui ait été constatée à Paris d'une manière certaine, depuis qu'on y fait des observations régulières.

([1]) La disposition des minéraux métamorphiques dans les blocs de calcaires à dipyre englobés dans les brèches montre que ces minéraux étaient formés au moment de la production de celles-ci; le ciment des brèches ne contient pas de cristaux néogènes de dipyre.

» La moyenne température des 24 heures trouvée au parc, 28°,30 le 16 juillet, dépasse beaucoup toutes les moyennes authentiques des 24 heures sous le climat de Paris.

» La température de la Marne a atteint, le 23 dans l'après-midi, 28°,38; la Seine doit avoir atteint le même chiffre. Je n'avais jusqu'ici noté comme température maximum de la Seine que 27°,1, observée par moi en juin 1868. Je ne crois pas qu'il ait pu être dépassé depuis.

» Ce qu'il y a eu de remarquable dans le mois de juillet dernier, c'est l'insolation; un thermomètre à mercure à réservoir cylindrique, peint en vert, posé sur le gazon bien desséché, il est vrai, a marqué à 2 heures, les 16, 19 et 25, des températures de 70°, 74° et 75°,2. Je ne croyais pas de telles températures possibles sous le climat de Paris.

» J'ai fait voir, il y a bien longtemps, que les grands hivers reviennent par groupes de cinq ou six tous les 41 ans. Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 9 janvier 1860, j'ai annoncé que nous entrions dans la période des grands hivers, nettement commencée par un froid de − 21°,7 observé dans la campagne peu de jours auparavant, que nous aurions un hiver rigoureux, l'hiver central de la série, en 1871, et que cela se terminerait 10 ou 12 années après par quelques hivers latéraux.

» Ces prévisions se sont entièrement réalisées.

» Les étés reviennent aussi suivant cette même période de 40 ou 42 ans, car la période est un peu élastique. Les mois d'été de 1899 et 1900 correspondent exactement à 1858 et 1859 : ce sont des étés secs et brûlants. Il est bien probable que nous aurons bientôt, peut-être l'hiver prochain, des froids de − 20° à − 25°, et que l'hiver central reviendra en 1912.

» Le mois de juillet 1859 avait été noté comme donnant un nombre de maladies extraordinaire : il en est de même en 1900. L'été froid et humide de 1860, qui pourra bien se reproduire aussi bientôt, a été marqué au contraire par un nombre extraordinairement faible de maladies.

» J'avais cru, il y a quarante ans, voir une relation simple entre le retour des taches du Soleil et celui des grands hivers, mais aujourd'hui cette relation ne paraît pas aussi simple ; il faudra certainement des observations en très grand nombre et dans le monde entier pour la mettre en évidence. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 juillet 1900.

Superstition et misère en Chine, par le Dr J.-J. Matignon. Paris, Masson et Cie; Lyon, Storck et Cie, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Les débordements de la Garonne et de ses affluents, depuis les temps anciens jusqu'à nos jours, par Jules Serret. Agen, 1900. (Hommage de l'Auteur.)

Ad. Wernickes Lehrbuch der Mechanik, in elementar Darstellung mit Anwendungen und Uebungen aus den Gebieten der Physik und Technik, in zwei Teilen. Erster Teil : *Mechanik fester Körper,* von Alex. Wernicke. Erste Abteilung, zweiter Teil : *Flüssigkeiten und Gase,* von Richard Vater. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1900; 2 vol. in-8°. (Hommage de l'éditeur.)

Les dépôts à Iguanodons de Bernissart et leur transfert dans l'étage purberkien ou aquilonien du jurassique supérieur, par Ernest van den Broeck; fasc. 1. Bruxelles, Hayez, 1900; 1 fasc. in-8°.

An account of the Crustacea of Norway, by G.-O. Sars. Vol. III : *Cumacea,* part. VII et VIII. Bergen, 1900; 1 fasc. in-8°.

La gessatura dei vini nei riguardi coll' enotecnia e coll' igiene; Neli Maltese. Ragusa, tip. G. Destefano, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

ERRATA.

(Séance du 25 juin 1900.)

Note de M. *F. Amodeo,* Courbes normales trigonales du plan :

Page 1744, ligne 5 en remontant, *après les mots* sont les seules courbes, *ajoutez* *k*-gonales à modules généraux; de sorte qu'on ne connaît pas, actuellement, les courbes.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AOUT 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains néogènes de la Basse-Égypte et de l'isthme de Suez.* Note de MM. **C. Depéret** et **R. Fourtau.**

« Les terrains néogènes de la région du Caire, de l'isthme et du golfe de Suez, ont déjà été l'objet des études de nombreux géologues, tels que Schweinfurth, Beyrich, Mayer-Eymar, von Zittel, Fuchs, Newton, Issel, etc. L'un des auteurs de cette Note (¹), qui habite l'Égypte depuis longtemps, a eu l'occasion de visiter en détail les affleurements miocènes et pliocènes de cette vaste région et d'y recueillir des coupes et des fossiles (entre autres de nombreuses espèces de Pectinidés et d'Échinides), dont la détermination nous semble permettre d'arriver maintenant à un classement rationnel des divers horizons fossilifères reconnus dans cette contrée.

(¹) M. R. Fourtau.

» A. Miocène. — La Méditerranée miocène couvrait tout le delta du Nil et toute la région de l'isthme de Suez, à l'exception de quelques îles dont les principales sont représentées par les massifs actuels du Gebel-Aouebel, du Gebel-Geneffe, de l'Attaka, d'Abou-Trefirt. Cette mer poussait au loin vers le sud un golfe étroit qui, après avoir d'abord emprunté le fond du golfe de Suez actuel, quittait ensuite le trajet de ce golfe, en se butant au massif du Galala-el-Baharieh, non encore disloqué, pour se reporter dans l'intérieur du massif du Sinaï. De là, en contournant le Gebel-Hammam-Pharouan actuel, le golfe miocène rejoignait de nouveau la mer Rouge et la côte africaine à la hauteur du Gebel-Garib, pour se terminer très probablement au sud du Ras-Gemsah vers le 27e degré de latitude.

» Les étages miocènes dont nous avons pu reconnaître l'existence, en particulier dans la région comprise entre le Caire et Suez, sont les suivants :

» 1° Étage *Burdigalien* (premier étage méditerranéen). Le massif du Geneffe donne une bonne coupe de cet étage, comprenant, de bas en haut :

» 1. Grès noirâtre avec *Echinolampas amplus* Fuchs, *Scutella Innesi* Gauthier, *Pecten Tournali* de Serres, *P. præscabriusculus* Font. et variétés, *P. cf. subbenedictus* Font., *P. Kochi* Locard, *Ostrea Virleti* Desh., *O. Boblayei* Dash. : env. 6^m.

» 2. Grès jaune clair avec fragments de *Lovenia* : env. 5^m.

» 3. Grès rougeâtre avec *Cidaris avenionensis* Desm., *Schinoneus Artini* Gauth., *Ostrea digitalina*, var. *Rholfsi* Fuchs, *Amphiope truncata* Fuchs : 5^m.

» La faune de ces trois assises, en particulier la faune de Pectinidés de l'assise 1, indique très nettement le Burdigalien supérieur, analogue à celui du bassin du Rhône, de Corse, et plus encore aux grès cartenniens d'Algérie.

» Le même horizon Burdigalien se retrouve en d'autres points, dans une situation identique : à Dar-el-Beda (*Pecten pseudo-Beudanti* n. sp. identique à l'espèce des *Hornerschichten* d'Autriche, *Pecten Geneffensis* Fuchs); à Giaffra (*P. pseudo-Beudanti* n. sp., *P. præscabriusculus* Font., *P. Geneffensis* Fuchs); au Gebel Aouebel, en un mot dans toute la région miocène à l'est du Caire.

» On retrouve au loin vers le sud le même horizon paléontologique à l'Ouady Wetter sur le flanc du massif du Sinaï.

» 2° Étage *Vindobonien* (deuxième étage méditerranéen-Helvétien-Tor-

tonien). La coupe du Geneffe nous donne, en continuité avec le Burdigalien, des *termes de passage* au deuxième étage méditerranéen :

» 4. Marnes bleues et lie de vin avec inclusion de gypse : $4^m,50$.

» 5. Calcaire bleu à *Pecten cristato-costatus* Sacco (*P. acutecostatus* in Fuchs), et nombreux Échinides : 10^m.

» 6. Banc de coraux en place : 1^m.

» Nous avons là, sous des épaisseurs assez faibles, l'indication évidente d'un étage Helvétien (ou au moins de la base de cet étage), présentant de bien curieuses affinités avec d'autres points de la Méditerranée. Ainsi les marnes bleues gypsifères n° 4 peuvent être comparées au Schlier d'Autriche et aussi aux marnes cartenniennes d'Algérie. Les bancs de coraux du sommet sont des témoins de cette importante extension des récifs à Polypiers qui caractérise l'étage Helvétien en Languedoc, en Espagne (Barcelone), en Algérie (province d'Oran).

» Les couches à *Ostrea Boblayei* du seuil de Challouf, dans la vallée du canal de Suez, doivent représenter l'étage Helvétien sous un faciès moins littoral, plus éloigné de la falaise du Geneffe.

» Nous inclinons à rattacher encore au Miocène les couches de Kabret (dans le fond de la dépression des lacs amers) à *Pecten Vasseli* Fuchs et *Ostrea crassissima* roulées (*Ostrea pseudo-crassissima* Fuchs), que M. Fuchs a considérées comme d'âge pliocène supérieur, peut-être même quaternaire. Mais il est encore difficile de dire si ces couches, à faune très spéciale, représentent le Tortonien ou quelque horizon marin du Miocène supérieur, analogue au Sahélien d'Algérie.

» B. Pliocène. — La mer pliocène a également pénétré dans la basse vallée du Nil, et a laissé, dans les environs du Caire (Gebel Chelloul, près les pyramides de Gizeh), des sables jaunâtres qui sont le gisement classique du grand *Clypeaster œgyptiacus*. L'âge franchement pliocène de ces sables (qui a été parfois contesté) est bien établi par leur faune de Pectinidés : *Pecten scabrellus* Lem., *P. Collenensis* Font., *P. benedictus* Lam., ce dernier associé à une espèce très voisine, le *P. erythrœensis* Sow., qui vit actuellement dans la mer Rouge.

» Au-dessus des sables à Clypéastres (vraisemblablement *plaisanciens*), on observe plus loin, aux environs des pyramides de Sakkara, d'autres sables (attribués par M. Mayer-Eymar au Saharien) à *Ostrea cucullata*, qui pourraient représenter l'étage *Astien*. »

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE. — *La superficie des bassins de la Russie d'Asie.* Note de M. J. DE SCHOKALSKY.

« Le très regretté général de Tillo, Correspondant de l'Académie, avait entrepris, dans ses dernières années, un travail considérable : le mesurage de la superficie des bassins fluviaux de la Russie d'Asie d'après la Carte de l'état-major russe, à l'échelle de $\frac{1}{4200000}$. Ce travail dura plus de trois ans et fut exécuté avec l'aide de deux ou trois collaborateurs. Malheureusement M. de Tillo n'eut le temps d'obtenir que les données brutes, la mort étant venue l'emporter subitement, aux profonds regrets de ses amis et de tout le monde scientifique.

» Je dus accepter la lourde responsabilité de continuer les travaux de mon regretté maître et ami. Aujourd'hui j'ai l'honneur de présenter à l'Académie la première épreuve de la Carte, avec les indications des limites des bassins, ainsi que quelques aperçus des résultats définitifs, déduits par moi de l'étude des données de trois mesurages indépendants de la superficie de la Russie d'Asie.

» Pour mesurer les superficies, on a fait usage d'une planchette en celluloïde, divisée en millimètres carrés; un travail préalable a démontré que cette méthode, pour mesurer les superficies sur les Cartes, est susceptible d'une précision bien supérieure à celle de la méthode du planimètre.

» Toute la Carte a été divisée, par des méridiens et des parallèles supplémentaires, en zones et trapèzes d'un demi-degré; pour chaque zone de latitude, on a établi, par des mesurages répétés, la valeur d'un millimètre carré de la planchette en kilomètres carrés; la surface d'un trapèze en kilomètres carrés étant connue, on avait ainsi le moyen de mesurer les polygones de bassins avec la planchette et d'en déduire le nombre de kilomètres contenus dans chaque superficie. On avait soin toujours de faire porter les mesures sur des parties plus petites que la moitié d'un trapèze, parce que, si un bassin quelconque contenait un ou plusieurs trapèzes, leur surface étant connue d'avance, il n'y avait qu'à mesurer les parties des trapèzes coupées par les contours des bassins, et l'on s'arrangeait de façon à mesurer toujours la plus petite partie. Enfin, on trouvait par addition la somme des millimètres carrés en plus et en moins; puis, par une soustrac-

tion, on obtenait le nombre de millimètres carrés qu'on devait ajouter ou retrancher pour obtenir la superficie du bassin en entier. Cette méthode a permis d'atténuer beaucoup les fautes provenant d'une estimation plus ou moins erronée des fractions de millimètre carré.

» Pour avoir un contrôle et obtenir le résultat définitif avec plus de précision, on a mesuré les superficies trois fois; par bassins et deux fois d'après les divisions administratives; on a trouvé ainsi, pour la superficie de la Sibérie, avec le Tourkestan et les provinces Transcaspiennes, 16 085 530^{kmq}.

» Les trois résultats qui ont fourni ce nombre ne diffèrent pas de la valeur moyenne de plus de 3420^{kmq}, l'erreur probable théorique est de 1890^{kmq}. On voit donc que la plus grande divergence des trois différentes évaluations n'atteint même pas le double de l'erreur probable.

» Tout ce travail est actuellement en cours de publication; il contiendra la discussion détaillée de la méthode employée pour mesurer les superficies, et de nombreuses Tables, donnant tous les résultats *in extenso*. Le texte sera suivi d'une Carte à l'échelle de $\frac{1}{4200000}$, avec indication de tous les bassins mesurés. »

GÉOGRAPHIE. — *Note sur une Carte hypsométrique de la Russie d'Europe;* par M. J. DE SCHOKALSKY.

« Je saisis cette occasion pour présenter encore à l'Académie un travail sur l'hypsométrie de la Russie d'Europe.

» Jusqu'ici, il n'existait pas de Carte hypsométrique pour la Russie d'Europe entière; la Carte de M. de Tillo était limitée par la latitude de 60° N; le relief de la partie nord-ouest de l'Empire, occupée par la Finlande, a été représenté dernièrement dans l'Atlas finlandais. Pour la première fois, l'hypsométrie de la partie nord-est, à partir de la Finlande jusqu'à la chaîne des monts Ourals, vient d'être représentée par des courbes d'égales hauteurs, établies sur toutes les données vraiment scientifiques qu'on possède pour cette région encore très imparfaitement connue.

» Comme la Carte a été faite pour la *Grande Encyclopédie russe*, les exigences de l'édition n'ont pas permis d'employer une échelle plus grande que $\frac{1}{15300000}$; mais je me propose de dresser prochainement une Carte hypsométrique de cette partie de l'Empire à l'échelle de $\frac{1}{252000}$. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une « Carte du théâtre des opérations en Chine (Pei-Tché-Li) » adressée par le Service géographique de l'Armée, avec une « Notice descriptive et statistique du Tché-Li (Takou, Pékin, Chan-Hai-Kouan) ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly, faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0m,318 *d'ouverture*. Note de **M. F. Sy**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1900.	Étoiles.	Comète. — Étoile. ΔR.	ΔD.	Nombre de comparaisons.
Juillet 25 (1).........	*a*	− 3m 56s,86	+ 5′ 52″,8	15 : 10
28 (2).........	*b*	+ 0.25,50	− 1.42,2	14 : 14
29............	*c*	+ 0. 5,33	+13.24,9	15 : 12

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1900.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Juillet 25..	12h 57m 55s	2h 45m 24s,68	$\bar{1}$,693n	+17° 25′ 44″,8	0,681
28..	12.32.15	2.48.35,20	$\bar{1}$,722n	+26.18.45,9	0,664
29..	11.51.53	2.49.45,34	$\bar{1}$,731n	+29.17.37,3	0,416

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Gr.	Asc. droite moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a....	7,4	2h 49m 18s,73	+ 2s,81	+17° 19′ 42″,6	+ 9″,4	½ [Paris, no 3555 + AG., no 783]
b....	7,3	2.48. 6,62	+ 3,08	+26.20.21,3	+ 6,8	AG., no 1498
c....	9,3	2.49.36,85	+ 3,16	+29. 4. 6,5	+ 5,9	AG., no 1508

(1) La comète est brillante; 8e grandeur environ, avec une condensation très nette; l'angle de position de la queue est de 251°.

(2) Angle de position 248°.

GÉODÉSIE. — *Nouveau dispositif d'appareils servant à la mesure des bases géodésiques.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« Les appareils qui vont être décrits dans cette Note sont destinés à la mesure des bases géodésiques en supprimant une partie des corrections que nécessite l'emploi des appareils aujourd'hui en usage, et en rendant plus certaines celles de ces corrections que l'on ne peut supprimer.

» Le principe de l'appareil existe dans la substitution, aux règles de 4^m, en fer, posées de champ sur deux supports, de règles plates, également de fer, mais flottant sur un bain de mercure.

» Chaque règle flotte à la surface d'un bain de mercure contenu dans une auge plate, en fonte, renfermant juste assez de mercure pour assurer le flottage de la règle. Cette auge a une longueur intérieure de 401^{cm}; elle repose sur un trépied analogue à ceux qui servent à supporter les règles aujourd'hui en usage. On rend le fond de l'auge grossièrement horizontal à l'aide d'un niveau à bulle.

» Chaque règle sert de support à un système optique formé d'une lentille et d'un réticule, chacune de ces pièces étant placée à une extrémité de la règle et munie des trois rappels nécessaires pour assurer par un triple réglage en hauteur, en largeur et en longueur le parallélisme de l'axe optique du système ainsi constitué avec l'axe géométrique de la règle; aux extrémités de chaque règle sont encastrées les mouches de platine portant les traits de repère qui en définissent la longueur.

» Deux robinets de fer sont placés aux extrémités de chaque auge; l'un d'eux sert à vider l'auge quand l'opération est terminée; nous verrons plus loin l'usage du second.

» Pour mettre les règles en position, on commence par faire un réglage grossier: 1° de l'horizontalité des auges à l'aide d'un niveau placé sur leurs fonds, 2° de la coïncidence de leurs directions, à l'aide de deux viseurs à pinnules qu'elles portent sur leurs côtés droits.

» On verse ensuite dans chacune d'elles la petite quantité de mercure nécessaire, et l'on pose sur le mercure les deux règles, maintenues en largeur et en longueur par des rouleaux d'acier verticaux dont on peut commander la position de l'extérieur de la cuve, à l'aide de vis de réglage qui en traversent les parois.

» On réunit ensuite par un tube de caoutchouc très court les robinets terminaux des deux cuves voisines, et l'on ouvre ces robinets : le mercure se met au même niveau dans les deux auges, qui constituent ainsi deux vases communicants. Il n'y a plus alors qu'à régler les axes optiques des deux systèmes de façon que, dans le plan horizontal commun dans lequel ils se trouvent, ils se prolongent l'un l'autre : les vis de réglage latérales servent à cela. On installe alors, comme dans les systèmes actuellement en usage, les microscopes destinés à mesurer l'écart entre les repères voisins des deux

règles consécutives, et l'on reporte la règle 1 à la suite de la règle 2, après les avoir retournées bout pour bout afin de permettre de nouveau l'observation de la coïncidence des axes optiques,

» Les avantages de ce dispositif sont les suivants :

» 1° On n'a plus à se préoccuper de régler l'horizontalité des règles ou de calculer leur projection sur l'horizontale, puisqu'elles se mettent horizontales par le fait même qu'elles flottent;

» 2° Les deux règles consécutives étant forcément dans un même plan horizontal, la mise au point du microscope sur le repère terminal de la règle n° 1 est la même pour la règle n° 2; on n'a donc pas à toucher à l'oculaire pour viser le second repère après avoir visé le premier;

» 3° Il n'y a plus aucune correction à faire relativement à la flexion des règles, qui restent rigoureusement rectilignes, puisque chaque partie en est également soutenue par le mercure; pour éviter que la surcharge provenant du poids de la lentille et du réticule fasse très légèrement fléchir les extrémités, on ajoute sous la règle, juste au-dessous des pièces optiques, de petites masses de fer complètement immergées, et dont le volume est tel que le surcroît de poussée qui en résulte équilibre exactement le poids de la pièce optique qui charge l'extrémité correspondante;

» 4° La coïncidence des axes de deux règles consécutives s'obtient très simplement et avec une grande précision;

» 5° La correction de température est rendue plus certaine, car la règle est entièrement en contact avec le mercure, liquide bon conducteur qui égalise la température tout le long de la règle et dont la température peut être connue très précisément, puisqu'on peut plonger des thermomètres dans la masse même du mercure, alors que l'on ne peut les mettre qu'à la surface des règles ordinaires.

» Des expériences préalables ont montré que la flottabilité des règles était réalisée avec équilibre stable. J'ajouterai qu'il faut relativement très peu de mercure pour réaliser ce dispositif, qui permet en outre d'employer des règles bien plus légères que les anciennes. »

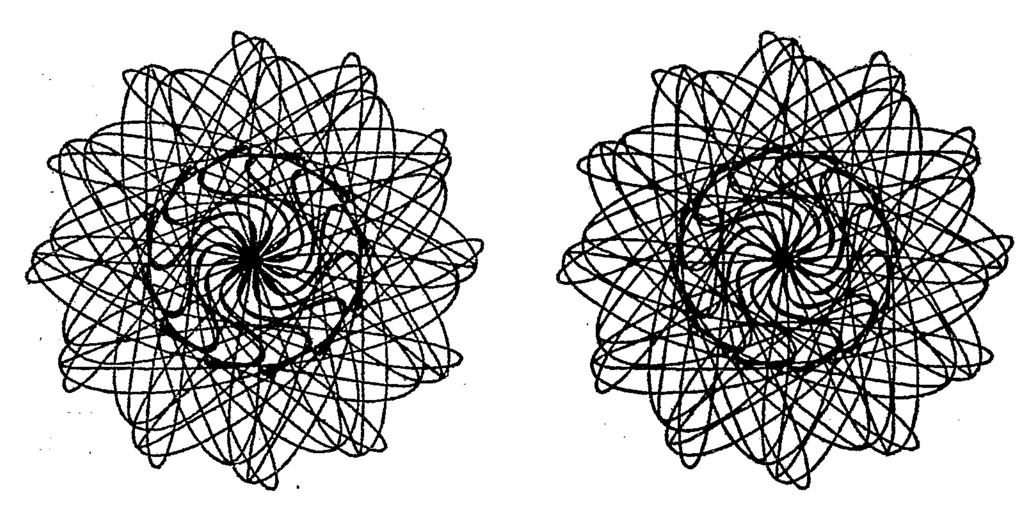
PHYSIQUE. — *Vision stéréoscopique des courbes tracées par les appareils phasés.* Note du P. **Marc Dechevrens**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 11 juin 1900), j'ai décrit un appareil, le campylographe, qui permet de tracer toutes les

courbes analogues à celles de Lissajous et, de plus, toutes celles qui résultent de la combinaison de trois mouvements.

» Je signale aujourd'hui une propriété intéressante de cet appareil : elle est, d'ailleurs, commune à tous les appareils phasés, mais je ne crois pas qu'elle ait été indiquée jusqu'ici.

» Si l'on fait deux tracés consécutifs d'une même figure, le second étant fait après avoir légèrement déphasé l'appareil, les deux images obtenues réalisent les conditions nécessaires et suffisantes pour que la courbe soit



vue stéréoscopiquement; on a la sensation de voir le tout formé d'un fil de fer continu dont les spires passent les unes en avant des autres en donnant la sensation exacte du relief. Vues ainsi, les figures de Lissajous semblent inscrites dans des cylindres, et les courbes plus ou moins complexes sont inscrites dans des sphères ou dans des tores. On peut s'en rendre compte en examinant stéréoscopiquement la figure de Lissajous reproduite dans ma précédente Communication.

» Dans les figures résultantes des deux mouvements rectilignes oscillatoires et du mouvement circulaire de projection, le relief obtenu présente une particularité singulière, qui s'explique cependant par la manière même dont se tracent les figures stéréoscopiques. Supposons une figure dont les deux moitiés, supérieure et inférieure, sont parfaitement symétriques à première vue sur le papier. Dans le stéréoscope ou dans l'espace, cette symétrie parfaite n'existe plus; chacune des deux moitiés se présente à l'œil différemment, elles sont comme retournées; le plan le plus arrière de l'une est le plus avant dans l'autre, et *vice versa*. C'est comme si d'un objet

dont les deux faces, chacune d'ailleurs parfaitement régulière, seraient dissemblables, le stéréoscope vous montrait les deux moitiés, supérieure et inférieure, séparées d'abord, puis rapprochées après retournement et raccordement intelligent des parties contiguës, de manière qu'on pût faire à l'aise, sans avoir à contourner l'objet, l'étude de ses deux faces distinctes. C'est bizarre, mais c'est intéressant à constater.

» La raison de cette singulière disposition des parties homologues d'une même figure est à chercher dans le mouvement de rotation du plan de projection des figures élémentaires. Les parties semblables d'une figure à symétrie régulière se sont dessinées ordinairement dans les mêmes conditions de position des règles croisées : c'est la seule rotation du plan d'inscription qui les a fait se tracer à 180° de distance dans une figure à deux axes rectangulaires de symétrie. Dès lors, si nous traçons une seconde fois une même figure, mais avec une légère déviation des traits due à un petit déplacement initial de l'une des règles, toute déviation qui aura paru se faire de droite à gauche, par exemple, dans le haut de la figure, paraîtra avoir été faite de gauche à droite dans le bas. L'effet stéréoscopique sera nécessairement opposé pour ces deux portions de la figure aperçue dans l'espace : tel trait qui semble venir en avant, en haut, paraîtra en arrière, en bas; tel ensemble de traits, dessinés tous dans les mêmes conditions, qui formeront ici un premier plan, constitueront là un arrière-plan, et tous les autres se distribueront dans l'intervalle, chacun selon son degré de déviation.

» Cette curieuse propriété du campylographe de pouvoir fournir des figures géométriques stéréoscopiques, et dans des conditions si bizarres, est intéressante pour l'étude des courbes ([1]). »

PHYSIQUE. — *Propriétés des dépôts magnétiques obtenus dans un champ magnétique,* Note de M. **Ch. Maurain**, présentée par M. Mascart.

« Les dépôts étaient obtenus par électrolyse à l'intérieur d'une bobine magnétisante disposée près d'un magnétomètre. Je pouvais ainsi étudier, d'une part, l'aimantation acquise par les dépôts pendant leur formation dans un champ connu ; d'autre part, sans toucher aucunement aux dépôts

([1]) M. Ph. Pellin a publié une première collection de ces figures intéressantes pour stéréoscope. Elles paraîtront à l'Exposition dans la Classe des instruments de Physique.

ni changer leur position initiale par rapport au magnétomètre, les modifications apportées à cette aimantation initiale par des variations de différentes sortes du champ magnétique.

» L'action de la bobine magnétisante sur le magnétomètre était naturellement compensée.

» J'ai employé, comme bain, d'abord une solution de sulfate ferreux et de chlorure d'ammonium; puis, d'après les indications de M. Job, une solution de sulfate ferreux dans le pyrophosphate de sodium, avec laquelle j'ai toujours obtenu d'excellents dépôts, adhérents et brillants. Les cathodes sont des tiges de laiton, d'environ 50^{cm} de longueur et $0^{cm},4$ de diamètre, maintenues dans l'axe de la bobine magnétisante, de manière que leur extrémité inférieure soit dans le même plan horizontal que le centre du miroir du magnétomètre. L'anode est une spirale de fil de platine.

» Pendant la formation d'un dépôt, dans un champ constant et avec un courant d'électrolyse d'intensité constante, l'action du dépôt sur le magnétomètre croît sensiblement d'une manière linéaire en fonction du temps, sauf cependant pendant une période initiale de quelques minutes dans laquelle l'action reste insensible; après cette période, la courbe représentant la variation est à peu près rectiligne : cela montre, puisque toutes les conditions de l'électrolyse restent les mêmes, que *l'intensité d'aimantation des différentes couches du dépôt a la même valeur;* l'épaisseur des dépôts (quelques microns) est d'ailleurs restée, dans toutes les expériences, bien inférieure à celle pour laquelle il y aurait eu à tenir compte du champ démagnétisant créé par le dépôt.

» Un point important était de comparer les intensités d'aimantation de dépôts obtenus dans des champs magnétisants de valeurs différentes. Pour cela, j'ai fait plusieurs expériences dans des conditions aussi semblables que possible (bains empruntés à une même solution, même intensité du courant d'électrolyse), mais avec différentes valeurs du champ; la comparaison des déviations du magnétomètre, en fonction du temps, dans ces différentes expériences, suffisait pour montrer que *l'aimantation uniforme qu'acquiert un dépôt croît avec le champ dans lequel le dépôt est obtenu.*

» J'ai cherché, de plus, à déterminer les valeurs mêmes de l'intensité d'aimantation acquise dans chaque cas; pour cela j'ai étalonné le magnétomètre par l'action d'une bobine de dimensions connues, j'ai déterminé les masses des dépôts, et j'ai déduit de ces données les valeurs suivantes C. G. S. :

Champ dans lequel a été obtenu le dépôt.......	0,67	1,30	1,72	2,7	5,7	10,6
Intensité d'aimantation..	33,6	43,8	51	118,7	124	166,8

» On ne peut espérer pour ces valeurs une bien grande précision, les intermédiaires étant un peu incertains; la quatrième, par exemple, est sans doute trop grande, mais leur ensemble montre bien, et c'est là le fait intéressant, la variation, avec le champ, de l'aimantation du dépôt; ces valeurs sont du même ordre de grandeur que celles obtenues par plusieurs physiciens en aimantant, après leur formation, des dépôts électrolytiques ordinaires de fer.

» Lorsque, après que le dépôt a été obtenu dans un champ constant H_3, on fait décroître le champ graduellement jusqu'à o, l'action sur le magnétomètre ne varie que d'une manière très faible; ainsi, *l'aimantation conservée par un dépôt, quand on supprime le champ où il a été produit, est sensiblement égale à l'aimantation qu'il avait acquise sous l'influence de ce champ;* de plus, cette aimantation résiduelle est très rigide, peu sensible aux chocs.

» Lorsque, le dépôt obtenu, on fait croître le champ à partir de H_0, l'aimantation croît; cette augmentation de l'aimantation a une influence relative d'autant plus grande que H_0 est plus faible, et est peu sensible si H_0 est grand. Soit $+H_m$ la valeur maximum du champ ainsi atteinte; si l'on fait ensuite décroître le champ, la décroissance de l'aimantation est très lente, même quand le champ est devenu négatif; ce n'est que pour une valeur $-H_1$, bien supérieure en valeur absolue à H_0 et H_m, que l'aimantation se met à décroître d'une manière notable; mais elle décroît alors avec une extrême rapidité, jusqu'à une valeur $-I_1$ supérieure (en valeur absolue) à celles qu'on avait observées en faisant croître le champ de H_0 à H_m, ou à peu près égale s'il y avait primitivement saturation. Si alors on fait croître de nouveau le champ, on retrouve une nouvelle variation très lente de l'aimantation, puis une augmentation très rapide pour une valeur voisine de $+H_1$, jusqu'à une valeur voisine de $+I_1$, et ainsi de suite. Je publierai ailleurs les courbes qui représentent ces variations; je donnerai seulement ici un exemple numérique, en ne mettant en évidence que les valeurs intéressantes :

Champ	+ 2,65 (H_0)	+ 14,8 (H_m)	− 18,5	− 23,3	+ 18
Intensité d'aimantation (déviation du magnétomètre)	+ 93,7	+129,4	+104,1	−180,2	−160
Champ	+ 23,2	− 19	− 23,1	0	
Intensité d'aimantation	+174	+162,6	−183,6	−178,1	

» Ainsi le champ coercitif est énorme, ce qui s'accorde avec la rigidité de l'aimantation, indiquée plus haut. Le renversement de l'aimantation s'effectue brusquement, à l'aller et au retour, dans une très petite région

du champ. Si, lorsqu'on est arrivé dans une de ces régions de variation rapide, on maintient fixe pendant un moment le champ, on voit la tache lumineuse continuer à se déplacer sur l'échelle, très rapidement d'abord, puis de plus en plus lentement; ces phénomènes de *traînage magnétique* ont ceci d'intéressant qu'ils *se produisent pour des valeurs élevées du champ.*

» Lorsqu'on n'augmente pas la valeur du champ négatif jusqu'à celle qui correspond à la variation rapide, et que l'on fait alors revenir le champ en arrière (par exemple quand on prend comme limites de variation du champ $\pm H_m$), on reste dans une région de faible variation de l'aimantation; ainsi, bien que le champ décrive un cycle à limites symétriques, positive et négative, l'aimantation reste positive et ne subit que de faibles variations, même si l'on répète celles du champ.

» *En résumé,* l'aimantation acquise par les dépôts électrolytiques de fer pendant leur formation dans un champ magnétique dépend de la valeur de ce champ, et est très rigide. On admettait, depuis les expériences de Beetz (¹), que la saturation était au contraire atteinte même dans un champ faible; je reviendrai ailleurs sur l'interprétation de ces expériences, qui me paraît conciliable avec celle des miennes.

» Dans quelques expériences relatives au nickel, je n'ai encore étudié que l'action des variations du champ sur le dépôt aimanté : lorsqu'on augmente le champ à partir de H_0, l'aimantation croît, ce qui montre bien que, comme pour le fer, la saturation n'était pas atteinte; si l'on fait ensuite décroître le champ, l'aimantation décroît, mais d'une manière continue, sans qu'il y ait, comme pour le fer, une période de variation lente et une de variation rapide; elle n'est réduite à 0, de même que pour le fer, que pour un champ négatif très grand (par exemple champ coercitif $= 28$ pour $H_0 = 4,8$ et $H_m = 10,5$); l'aimantation acquise a les mêmes caractères de rigidité que pour le fer. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Rôle des discontinuités dans la propagation des phénomènes explosifs.* Note de M. **Paul Vieille**, présentée par M. A. Cornu.

« Les réactions explosives se propagent suivant deux modes distincts. Le premier constitue la combustion simple, qui s'opère par conductibilité avec des vitesses ordinairement très faibles. Le deuxième mode est le régime de détonation ou de propagation par onde explosive, dans lequel la

(¹) Beetz, *Pogg. Ann.*, t. CXI, p. 107-121; 1860.

réaction progresse généralement avec des vitesses considérables, atteignant plusieurs milliers de mètres par seconde.

» Les conditions relativement simples de la détonation des mélanges gazeux explosifs sont aujourd'hui connues. On sait que la réaction se propage par une onde à vitesse constante, qui est le siège d'une modification physique et chimique. Sa vitesse peut atteindre 5 à 6 fois la vitesse normale du son dans le milieu. C'est ainsi que, pour le mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène, la vitesse de propagation est de 2800^m, la vitesse du son dans le mélange étant de 510^m environ. Ce point fondamental résulte des déterminations que nous avons effectuées, M. Berthelot et moi, sur de nombreux mélanges gazeux explosifs.

» Si les phénomènes de détonation sont bien connus, leur mécanisme intime reste pourtant obscur, et les divers systèmes actuellement en présence ne semblent pas susceptibles de rendre compte des grandes vitesses de propagation observées, si l'on n'y joint pas la notion d'une discontinuité entretenue à l'état de régime par la réaction chimique qui l'accompagne.

» Un premier système d'interprétation consiste à scinder, pour ainsi dire, le phénomène de détonation en deux parties; la réaction est considérée comme produite par une élévation de température préalable, due au phénomène purement physique de compression adiabatique du milieu considéré comme inerte. Le phénomène chimique est, dans cette hypothèse, consécutif à la compression et peut même comporter un certain retard par rapport au passage de l'onde mécanique; il n'intervient pas, en tout cas, pour modifier la constitution du milieu dans lequel se propage l'onde mécanique, et son rôle se borne à entretenir la valeur élevée de la condensation propagée par l'onde.

» Dans cette hypothèse, la vitesse de propagation est donc la vitesse de propagation d'un ébranlement dans le milieu inerte. Or cette vitesse ne peut être que la vitesse normale du son, tant qu'une discontinuité n'a pas envahi le front de l'onde. A ce moment seulement, une élasticité nouvelle intervient, d'autant plus élevée que la discontinuité des pressions qui s'établit sur le front de l'onde est plus considérable. On trouve, par exemple, en admettant la loi adiabatique dynamique d'Hugoniot, qu'une discontinuité d'une quarantaine d'atmosphères serait suffisante pour assurer la vitesse de propagation de 2800^m observée sur le mélange tonnant d'oxygène et hydrogène. La réaction décuplant sensiblement la pression initiale, il suffit que l'étincelle ou l'amorce initiale ait porté le mélange tonnant à une pression de 4^{kgr} *avant la réaction,* pour que le phénomène s'amorce

d'emblée. A défaut de ce mode d'excitation, les oscillations de la colonne gazeuse, signalées en particulier par MM. Mallard et Le Chatelier, pourront entraîner des condensations susceptibles de produire, après une période d'état variable, la naissance spontanée d'une discontinuité assurant les grandes vitesses de propagation.

» La notion de discontinuité permet donc de rattacher à des lois de propagation, vérifiées en milieu inerte, le mécanisme dynamique de la détonation, tel qu'il a été proposé par M. Berthelot pour tous les milieux explosifs.

» Un deuxième système d'interprétation du mécanisme de détonation a été proposé par M. Duhem.

» Nous avons vu que, dans l'hypothèse de la continuité, l'élasticité du milieu considéré comme inerte ne permet pas d'expliquer des vitesses de propagation d'un ébranlement supérieures à celle du son; mais si l'on considère le milieu comme en état d'équilibre chimique, l'équation caractéristique de ce milieu ne dépend plus seulement de deux variables indépendantes, température et volume, mais encore de la fraction de combinaison du mélange qui assure l'équilibre chimique du système dans chacune de ces transformations. On conçoit donc que l'élasticité de ce milieu, en transformation simultanée physique et chimique, puisse être différente de l'élasticité du même milieu considéré comme inerte, que cette élasticité puisse se trouver surélevée si, par exemple, la réaction est exothermique sans variation de volume, et que cette élasticité soit, au contraire, réduite si la réaction est endothermique.

» Dans un milieu en équilibre chimique, la vitesse de propagation, qui est proportionnelle à la racine carrée de cette élasticité, peut donc, même dans l'hypothèse de la continuité du milieu, être différente de la vitesse normale du son.

» Mais il convient d'insister sur ce point, que cette théorie suppose qu'à une variation infiniment petite des variables physiques v et t, qui caractérisent le milieu, correspond une variation du taux de combinaison du mélange. Il est possible que ces conditions soient remplies dans certains milieux chimiques, mais elles sont certainement bien loin d'être réalisées pour les mélanges gazeux détonants les mieux connus auxquels s'appliquent les grandes vitesses signalées plus haut.

» Ces mélanges peuvent, en effet, supporter des compressions considérables, des élévations de température de plusieurs centaines de degrés, sans que la variable chimique intervienne; il est donc nécessaire de concevoir une phase préparatoire, dans laquelle le milieu fonctionne comme

inerte jusqu'au moment où il atteint, par une modification finie des variables physiques, la limite des faux équilibres. La réaction chimique ne peut aller plus vite que ce phénomène préparatoire; or, tant qu'il y aura continuité, cette modification des variables physiques ne peut faire naître une élasticité et une vitesse de propagation différentes de celles qui correspondent à la propagation du son.

» On est donc encore, par cette théorie des phénomènes, amené à supposer la création d'une discontinuité. Cette discontinuité ne mettra pas en jeu, toutefois, l'élasticité adiabatique dynamique d'Hugoniot, relative aux milieux considérés comme inertes, mais l'élasticité complexe résultant de l'introduction, à partir d'une certaine valeur du volume et de la température, de la variable chimique caractérisant la fraction de combinaison. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sur les sulfures d'arsenic* [1]. Note de M. H. **Pélabon**, présentée par M. Duclaux.

« En agissant sur les sulfures d'arsenic, l'hydrogène donne aux températures supérieures à 300° de l'hydrogène sulfuré. Inversement, l'hydrogène sulfuré attaque l'arsenic dans les mêmes limites de température.

» Nous nous sommes proposé d'étudier ces deux réactions inverses.

» Le réalgar et l'hydrogène maintenus en tube scellé, à une température fixe, donnent lieu à une réaction limitée.

» Si nous représentons par R le rapport de la pression partielle de l'hydrogène sulfuré à la pression totale du mélange gazeux contenu dans le tube après refroidissement brusque de celui-ci, les résultats des expériences faites à 610° avec des tubes renfermant $0^{gr},5$ de réalgar et 8^{cc} environ d'hydrogène sous une pression voisine de la pression atmosphérique sont les suivants :

Temps de chauffe.	Valeurs de R en centièmes.
5 minutes	90,00
10 »	92,95
20 »	93,14
60 »	93,02
120 »	93,06

» Ces nombres montrent bien l'existence d'une limite de la réaction, limite caractérisée par une valeur de R voisine de 93,07.

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lille.

» La température conservant la même valeur, on observe, pour des tubes de même volume, que la valeur limite de R augmente avec la masse de sulfure, si celle-ci est inférieure à $0^{gr},3$. Pour des poids supérieurs, R est constant.

» Cela s'explique si l'on remarque qu'un poids de sulfure inférieur à $0^{gr},3$ est totalement volatilisé dans le tube à la température de l'expérience et que le système est alors homogène. Avec un poids de sulfure supérieur à $0^{gr},3$ on a, au contraire un système hétérogène puisque, dans ce cas, tout le sulfure n'est pas volatilisé. Les lois de la dissociation ne sont pas les mêmes dans les deux cas.

» *Qu'arrive-t-il si l'on introduit dans les tubes, en même temps qu'un poids de sulfure supérieur à* $0^{gr},3$, *un excès d'arsenic?*

» La température ayant la même valeur, on observe que la proportion limite d'hydrogène sulfuré dans le mélange diminue quand la masse d'arsenic croît jusqu'à une certaine limite; pour des poids d'arsenic supérieurs à cette limite, R conserve la même valeur.

» Voici quelques résultats :

Poids de As.	Valeurs de R.
0	93,07
0,12	81,81
0,16	79,31
0,26	78,70
0,5	78,68

» On voit que de 93,07 la valeur limite de R passe à 78,69 quand dans les tubes il y a un excès d'arsenic.

» *Action de l'hydrogène sulfuré sur l'arsenic.* — Toujours à 610°, nous avons observé que l'hydrogène sulfuré attaque l'arsenic; la réaction est limitée et l'on trouve pour R, quand le gaz sulfhydrique a été introduit sous une pression voisine de la pression atmosphérique, le nombre 64,90.

» Ces différents résultats sont d'accord avec la théorie de la dissociation. La réaction à laquelle donnent lieu les corps considérés peut s'écrire

$$\underset{(1)}{2H^2\,(4\text{ vol.})} + \underset{(2)}{As^2S^2\,(2\text{ vol.})} = \underset{(3)}{2H^2S\,(4\text{ vol.})} + \underset{(4)}{As^2\,(1\text{ vol.})}.$$

» Les corps précédents étant affectés de l'indice placé sous chacun d'eux, on peut écrire, entre les pressions partielles des corps gazeux contenus dans le système à la température de l'expérience, la relation [1]

$$(1)\qquad \frac{P_1^{4V}P_2^{2V}}{P_3^{4V}P_4^{V}} = F(T),$$

[1] P. DUHEM, *Traité élémentaire de Mécanique chimique*, t. II, p. 364.

V étant le volume occupé par les molécules des corps simples ou composés considérés à l'état gazeux dans les mêmes conditions de température et de pression. Cette relation (1) peut s'écrire

$$(2)\qquad \frac{P_1^4 P_2^2}{P_3^4 P_4} = f(T).$$

» Dans le cas où le système renferme de l'arsenic en excès, P_4, tension de vapeur saturée de ce corps, ne dépend que de T. P_2, tension de vapeur de la solution saturée d'arsenic dans le sulfure ne dépend également que de T : il en résulte que $\frac{P_1}{P_4}$ est une fonction de la température seule; c'est ce que l'expérience vérifie.

» Supposons que l'on fasse agir seulement l'hydrogène sur le réalgar; à la même température, la tension P'_4 de l'arsenic sera inférieure à la tension de vapeur saturée P_4, d'autant plus qu'une partie de l'arsenic mis en liberté dans la réaction reste dissoute dans l'excès de sulfure. Le sulfure d'arsenic contenant moins d'arsenic en solution que dans le cas précédent, on devra avoir $P'_2 > P_2$.

» On a donc, pour ces deux raisons,

$$\frac{P'^2_2}{P'_4} > \frac{P^2_2}{P_4},$$

et comme, d'autre part, on a

$$\frac{P_1^4 P_2^2}{P_3^4 P_4} = \frac{P'^4_1 P'^2_2}{P'^4_3 P'_4},$$

il en résulte que

$$\frac{P_1}{P_3} > \frac{P'_1}{P'_3} \qquad \text{et} \qquad \frac{P_3}{P_1 + P_3} < \frac{P'_3}{P'_1 + P'_3}, \qquad \text{ou} \qquad R < R'.$$

» Ce résultat est bien d'accord avec l'expérience, puisque

$$R = 78{,}69 \qquad \text{et} \qquad R' = 93{,}07.$$

» Si l'on fait agir l'hydrogène sulfuré sur l'arsenic, on a encore pour pression de la vapeur d'arsenic la tension P_4 de la vapeur saturée; seulement, la pression P''_2 de la vapeur de sulfure est certainement inférieure à la tension P_2 de la vapeur saturée; on a encore

$$\frac{P_1^4 P_2^2}{P_3^4 P_4} = \frac{P''^4_1 P''^2_2}{P''^4_3 P_4}.$$

» Comme

$$P''_2 < P_2,$$

on a

$$\frac{P_1}{P_3} < \frac{P''_1}{P''_3}, \qquad \text{d'où} \qquad R'' < R,$$

résultat vérifié encore par l'expérience, puisque

$$R = 78,69 \qquad \text{et} \qquad R'' = 64,90.$$

» L'étude de l'action de l'hydrogène sur les solutions plus ou moins concentrées d'arsenic dans le réalgar et l'étude de l'influence de la pression conduisent à des vérifications plus complètes de la relation (2). Nous poursuivons ces études, en même temps que nous cherchons comment influe la température sur la valeur limite de R dans chaque cas. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxyde bleu de molybdène; propriétés* (1). Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons indiqué, dans notre dernière Note, la préparation de l'oxyde bleu hydraté de molybdène, dont la composition correspond à la formule $MoO^2, 4MoO^3, 6H^2O$. Nous résumerons, dans celle-ci, les propriétés de ce composé.

» *Propriétés physiques.* — Le molybdate de bioxyde de molybdène, ou oxyde bleu, obtenu par précipitation est une poudre bleu foncé, non hygroscopique, de densité 3,6 à 18°; préparé par évaporation de sa solution dans l'eau, il se montre en petits fragments très brillants, vitreux, presque noirs, présentant des facettes irrégulières qui lui donnent un aspect cristallin.

» Examinés avec attention, les différents échantillons d'oxyde bleu que nous avons préparés ne nous ont jamais présenté de formes cristallines définies.

» L'oxyde bleu est un colloïde; il est extrêmement soluble dans l'eau; sa solution, évaporée lentement, devient sirupeuse, de plus en plus épaisse et, finalement, se solidifie; préparé par précipitation à froid, il n'est que lentement soluble à la température ordinaire, mais, dans tous les cas, à 50°, sa dissolution se fait très rapidement. On sait, depuis longtemps, qu'il est très peu soluble dans les dissolutions saturées de chlorure d'ammonium, de sodium, de calcium; il en est de même des solutions d'iodure ou d'azotate de potassium; le sulfate de sodium, de magnésium n'ont aucune influence sur la solubilité de l'oxyde bleu. Il est soluble dans l'alcool à 95°; insoluble dans l'éther, la benzine, le sulfure de carbone, le chloroforme, l'essence de térébenthine.

» Chauffé dans le vide ou dans un gaz inerte tel que l'acide carbonique, l'oxyde

(1) Travail fait au laboratoire de M. Moissan, à la Faculté des Sciences.

bleu hydraté perd d'abord de l'eau au-dessus de 100°, puis de nouveau, près du rouge naissant; il ne se dégage pas d'hydrogène pendant cette déshydratation, et il reste finalement un *mélange non homogène* de *bioxyde* brun et d'*anhydride molybdique* blanc. Il ne se forme donc par déshydratation de l'oxyde bleu hydraté, *aucun oxyde anhydre nouveau.*

» *Propriétés chimiques.* — L'hydrogène sec donne d'abord, avec le molybdate de molybdène, du bioxyde, puis du métal; le chlore le transforme en oxychlorure MoO^2Cl^2 volatil et anhydride molybdique.

» Suivant Berzélius, l'oxyde bleu n'est pas altéré à l'air à la température ordinaire; nous avons constaté qu'il se produit, en réalité, une oxydation lente; c'est ainsi que des analyses successives d'un échantillon, placé au contact d'un excès d'air, montrent une diminution nette de la quantité de molybdène qu'il renferme.

» Au voisinage du rouge, l'oxygène transforme rapidement l'oxyde bleu en anhydride molybdique.

» Le gaz chlorhydrique sec dédouble le molybdate de bioxyde de molybdène avant le rouge, en bioxyde et en trioxyde qui se volatilise sous la forme du composé blanc $Mo^3O, 2HCl$.

» La vapeur d'eau surchauffée donne lieu au même dédoublement, et le trioxyde est entraîné par la vapeur d'eau avant le rouge.

» Le gaz ammoniac, à chaud, produit d'abord un départ d'eau, avec formation d'un mélange de bioxyde et de trioxyde; à température très élevée, il y a réduction des oxydes qui peuvent être amenés à l'état métallique.

» L'action des solutions alcalines sur l'oxyde bleu est connue, elles le dédoublent en donnant un molybdate et un précipité de bioxyde; avec la baryte, le molybdate formé étant insoluble se précipite avec le bioxyde.

» Certains acides n'ont aucune action sur le molybdate de molybdène, tel est le cas de l'acide acétique. L'action des acides forts varie avec leur concentration. L'acide chlorhydrique dilué, par exemple, précipite le composé bleu de ses solutions; cette précipitation est complète, lorsque la liqueur renferme environ 200^{gr} de gaz HCl par litre; c'est là une action physique.

» Au-dessus de cette concentration, il y a réaction entre le molybdate de molybdène et l'acide chlorhydrique; il se forme du tétrachlorure de molybdène et de l'acide molybdique. La liqueur prend la couleur jaune rouge du tétrachlorure, puis devient verte si l'acidité augmente encore, le tétrachlorure étant vert en solution très acide. Mais cette réaction peut être renversée, c'est-à-dire, que si une solution jaune de tétrachlorure, obtenue par l'action de l'acide chlorhydrique sur le molybdate de molybdène, est additionnée d'une quantité suffisante d'eau, le molybdate bleu se reforme lorsque l'acidité chlorhydrique est devenue assez faible. Les deux acides, chlorhydrique et molybdique, peuvent donc se déplacer mutuellement de leurs combinaisons avec le bioxyde de molybdène. Nous nous proposons de préciser les conditions de ces déplacements ([1]). L'acide sulfurique donne lieu à des observations semblables. L'acide

---

([1]) Ces déplacements nous permettront d'expliquer comment la solution, provenant de l'action de l'eau sur le pentachlorure de molybdène anhydre, et qui renferme

azotique précipite tout d'abord l'oxyde bleu de ses solutions, puis, rapidement il l'oxyde et le transforme en acide molybdique. La plupart des sels métalliques donnent avec le molybdate de bioxyde de molybdène des doubles décompositions avec formation d'un molybdate et d'un sel de molybdène; nous n'insisterons pas ici sur ces réactions.

» *Conclusion.* — L'étude des propriétés de l'oxyde bleu que nous avons faite montre que cet oxyde est bien un oxyde salin, un molybdate; il n'existe qu'à l'état hydraté; il est impossible d'obtenir un oxyde anhydre de molybdène, correspondant à cet oxyde hydraté. De l'ensemble des recherches que nous avons poursuivies sur les oxydes du molybdène ([1]), se dégage cette conclusion : le nombre des *oxydes anhydres* du molybdène qui s'élevait à cinq, d'après les travaux antérieurs aux nôtres, doit être ramené à deux seulement, le *bioxyde anhydre* MoO^2, et le *trioxyde anhydre* MoO^3. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la matière colorante d'*Echinus esculentus. Note de M. A.-B. GRIFFITHS.

« J'ai déterminé la composition chimique du pigment violet d'*Echinus*. Le pigment et les graisses sont solubles dans l'alcool bouillant, l'éther et le sulfure de carbone.

» La solution filtrée est évaporée à sec; le résidu est traité par une solution de soude, et le pigment est extrait rapidement avec la benzine. On évapore spontanément : le pigment violet reste comme résidu amorphe.

» Les analyses de ce pigment ont donné les résultats suivants :

I.	Substance employée	$0^{gr},10050$
	CO^2	$0^{gr},28475$
	H^2O	$0^{gr},04550$
II.	Substance employée	$0^{gr},14355$
	Volume d'azote (humide)	14^{cc}
	Pression barométrique	767^{mm}
	Température	$23°$

du tétrachlorure hydraté, de l'acide chlorhydrique et de l'acide molybdique, se transforme par dilution et oxydation en oxyde bleu. Cette étude sera publiée ultérieurement.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 26 et 105; t. CXXIX, p. 722; t. CXXXI, p. 389.

	Trouvé I.	Trouvé II.	Calculé pour $C^{16}H^{12}Az^2O$.
Carbone	77,15	»	77,41
Hydrogène	5,02	»	4,83
Azote	»	11,08	11,29
Oxygène	»	»	6,47

» Ces résultats répondent à la formule $C^{16}H^{12}Az^2O$.

» Les solutions de ce pigment ne donnent pas, au spectroscope, de bandes caractéristiques d'absorption.

» Ce pigment est soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, le sulfure de carbone, l'acide acétique, et une solution de l'acide tartrique.

» Ce pigment violet est très fugitif. Bouilli longtemps avec les acides minéraux forts, il se transforme en leucine et acide formique :

$$C^{16}H^{12}Az^2O + 11H^2O = 2C^6H^{13}AzO^2 = 4CH^2O^2.$$

» Ce pigment est une lutéine ou lipochrome. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la composition des cendres de quelques plantes médicinales.* Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« J'ai déterminé la composition des cendres des plantes suivantes :

	Salsepareille.	Hydrastis.	Cardamome.	Chêne.	Ratanhia.	Belladone.
Oxyde de fer	2,0	1,2	1,2	2,40	4,3	2,2
Oxyde de cuivre	»	»	»	0,05 (3)	»	»
Oxyde de manganèse	0,2	0,4	4,3 (1)	0,10	0,2	0,3
Potasse	26,4	12,0	20,4	14,00	15,0	20,0
Soude	10,5	26,0	8,6	9,12	9,4	14,3
Chaux	6,6	10,4	18,0	30,02	20,6	12,3
Magnésie	4,2	5,1	9,4	12,01	10,3	8,6
Silice	32,5	23,1	11,0	15,30	27,7	26,0
Acide phosphorique	12,3	17,0	20,1	13,08	8,1	9,2
Acide sulfurique	2,7	3,6	4,8	2,61	2,0	5,1
Alumine	0,1	»	0,1	0,13	0,1	»
Chlore	2,5	1,2	2,0	1,18	2,1	2,0
Chrome, vanadium et molybdène (2)	»	»	»	traces	traces	»
	100,0	100,0	99,9	100,0	99,8	100,0

(1) H. Bridges, *Chemical News*, t. LXXII, p. 154, et W. Wills, *Chemical News*, t. LXXII, p. 167; Guérin, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 311; Pichard, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1882.

(2) Demarçay, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 91.

(3) D.-T. Mac Dougal, *Botanical Gazette*, t. XXVII, p. 68.

» Le manganèse a été trouvé dans les cendres de ces plantes. J'ai entièrement confirmé l'important Travail de M. Pichard (*loc. cit.*).

» Quelles sont les fonctions physiologiques du manganèse, dans les tissus végétaux et animaux [1]? C'est un problème important, pour de futures recherches. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une cause d'erreur dans la recherche de l'acide salicylique dans les vins.* Note de M. **J. Ferreira da Silva** (Extrait).

« Plusieurs vins portugais ont été tout récemment déclarés salicylés, aux douanes du Brésil, du fait que l'analyse accusait des *traces* d'acide salicylique. La pratique du salicylage n'est cependant pas usitée chez nous, ainsi que le démontrent les analyses faites dans mon laboratoire, sur de nombreux vins du nord du Portugal.

» J'ai tenté, à ce sujet, diverses expériences sur quelques vins portugais de cette région, sur les vins dits *verts* du Minho (de Basto, de Monsâo, etc.) et quelques échantillons préparés dans cette ville même, à l'égard desquels il ne pouvait s'élever le moindre doute de génuinité.

» Je les ai traités, soit par la méthode officielle allemande, en opérant sur 50^{cc} (pas plus) de vin acidulé que l'on agite avec un mélange à volumes égaux d'éther et d'éther de pétrole; soit avec 200^{cc} de vin que l'on agite avec l'éther, en adoptant la méthode et le *modus faciendi* de Petlet, Grobert et Baudrimont, méthode qui, depuis 1888, est en usage dans les laboratoires du Brésil.

» La méthode allemande ne m'a jamais donné de coloration violette avec le perchlorure de fer : c'est dire que les résultats sont toujours restés négatifs; la méthode est donc exacte et rigoureuse. Par la méthode de Petlet, Grobert, j'ai obtenu avec divers échantillons soit une légère couleur rose, soit une couleur violette rouge que l'analyste non prévenu prendrait certainement comme indice de traces d'acide salicylique. C'est donc une méthode qui peut amener à indiquer comme salicylés des vins parfaitement naturels; elle est donc erronée.

» Il est donc certain que l'on rencontre, en petites quantités, dans certains vins portugais, une matière présentant beaucoup de ressemblance avec l'acide salicylique, que l'éther peut extraire en quantité suffisante

(1) A.-B. Griffiths, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 840.

pour donner, avec le perchlorure de fer, une coloration ressemblant à celle de l'acide salicylique, lorsqu'on opère sur un volume considérable de vin. Ce fait, nouveau pour les vins portugais, rend compte des résultats obtenus au Brésil et en donne la véritable explication.

» Dans la réunion des chimistes allemands à Erlangen, les 16 et 17 mai 1890, M. L. Medicus avait déjà observé un fait exactement semblable, pour quelques vins de cépages autrichiens et allemands. Il pense, d'après des expériences directes, que le principe analogue à l'acide salicylique provient des rafles des grappes.... »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur une variété de bacille charbonneux, à forme courte et asporogène :* Bacillus anthracis brevigemmans. Note de M. C. PHISALIX, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans ses remarquables études sur la variabilité du *Bacillus anthracis*, M. Chauveau a vu que, dans les cultures atténuées, on trouve fréquemment, à côté des formes mycéliennes typiques, des formes anormales, soit par la brièveté des éléments, soit par la minceur des bacilles et la disposition caractéristique des spores à l'extrémité du bâtonnet, disposition qui donne à ce bâtonnet la forme d'un clou. Ces formes sont-elles de simples anomalies accidentelles et passagères, ou bien l'indice d'une variation qui pourrait s'accentuer sous l'influence de circonstances favorables et acquérir une stabilité plus grande? Cette dernière hypothèse a été démontrée, pour la forme en clou, par une série d'expériences auxquelles j'ai eu l'honneur de collaborer.

» Si l'on inocule un cobaye avec un des vaccins atténués de M. Chauveau, et qu'au bout d'un certain temps, on enlève les ganglions voisins du point inoculé, pour les ensemencer dans du bouillon, on obtient, le plus souvent, des cultures pures de la nouvelle race, que nous avons désignée sous le nom de *B. anthracis claviformis*.

» Il arrive qu'à côté de cette forme bacillaire et sporulée, on rencontre des granulations arrondies, isolées ou associées en forme de diplocoques, de streptocoques. Ces dernières ont-elles un lien de parenté avec le bacille charbonneux ou bien, au contraire, sont-elles dues à une souillure accidentelle? C'est pour résoudre cette question que, sur les conseils de mon maître, j'ai entrepris ces nouvelles recherches.

» Parmi les caractères morphologiques de la Bactéridie, il y en a deux

qui varient d'une manière très brusque, suivant qu'elle cultive dans les milieux artificiels ou dans l'organisme : c'est la sporulation et l'allongement plus ou moins grand du bourgeon végétatif.

» On sait que, dans les tissus vivants, le bacille de Davaine ne forme jamais de spores, et qu'en général il ne prend pas l'aspect filamenteux. Dans le sang, les articles sont souvent si courts qu'on pourrait douter de leur nature charbonneuse, n'étaient les formes de transition et la colorabilité par la méthode de Gram. Mais ces variations morphologiques ne sont ni profondes ni durables : dès que le bacille est réensemencé dans du bouillon ordinaire, il reprend ses caractères spécifiques. Peut-être en serait-il autrement, si les influences modificatrices avaient agi plus longuement et avec plus d'intensité.

» Ces deux conditions sont faciles à réaliser avec un animal possédant, comme le chien, une grande immunité vis-à-vis de la bactéridie charbonneuse.

» Si l'on inocule sous la peau de la cuisse d'un chien une culture jeune, non sporulée, de charbon virulent, et qu'au bout de cinq à dix-huit jours on sacrifie l'animal pour ensemencer les ganglions de l'aine, découpés en morceaux, dans un certain nombre de matras, on observe dans la grande majorité des cultures un trouble épais dû à la prolifération d'un microcoque à articles isolés ou réunis en chaînettes de deux ou plusieurs articles, qui est dénué de toute virulence, qui se colore par la méthode de Gram et qui ne forme pas de spores.

» N'ayant pas réussi, d'une manière sûre et constante, à rendre à ces microcoques les propriétés spécifiques de la bactéridie, ce qui aurait fourni la preuve de leur filiation généalogique, j'ai cherché à reproduire des transformations analogues par d'autres procédés. J'y suis arrivé de deux manières : par la méthode des cultures successives en sérum de chien, *in vitro*, d'une part; par la méthode des cultures en sacs de collodion ou de roseau, *in vivo*, d'autre part. C'est cette dernière méthode qui m'a donné les résultats les plus démonstratifs.

» Si l'on introduit dans le péritoine d'un chien adulte un sac de collodion rempli de bouillon ensemencé avec du charbon virulent, et qu'au bout d'un temps minimum de trois mois on le retire, on constate que le liquide est d'un trouble laiteux. Examiné au microscope, il offre un aspect complètement différent de celui d'une culture charbonneuse : il n'y a plus ni bacilles, ni spores, mais des microcoques isolés ou réunis pour former des chaînettes ou des amas. Ces éléments sont dénués de toute virulence; ils se colorent par la méthode de Gram et sont asporogènes. Réensemencés dans du bouillon, ils prolifèrent en conservant leur forme et leurs propriétés.

» Cette méthode des cultures en sacs, que j'ai simplifiée et perfectionnée de manière à éviter les causes d'erreur, m'a donné des résultats assez constants pour me permettre d'affirmer que, dans l'organisme du chien, la bactéridie charbonneuse s'atténue et se transforme et que ces modifications ont lieu sous l'influence de substances dialysables.

» Mais pourquoi ces substances agissent-elles si lentement à l'intérieur du sac de collodion, alors que, dans l'organisme même, elles sont si actives soit dans le sang, soit dans les ganglions? Si l'on compare le grand pouvoir bactéricide du sang *in vivo* à la faible activité du sérum *in vitro*, on est amené à se demander si l'influence antimicrobienne du sang en circulation ne serait pas accrue et renouvelée par l'apport continu de principes favorisants.

» Pour vérifier l'exactitude de cette hypothèse, j'ai eu l'idée d'employer du sérum de chien comme milieu de culture dans les sacs dialysables introduits dans le péritoine. Dans ces conditions, la bactéridie s'atténue et se transforme plus rapidement que dans les sacs de bouillon.

» *Expérience.* — On introduit, dans la cavité péritonéale d'un chien, deux sacs ensemencés avec une culture jeune de charbon virulent, mais l'un de ces sacs contient du bouillon ordinaire, tandis que l'autre contient du sérum de chien. Au bout de vingt jours, on retire ces deux sacs et l'on en fait l'examen comparatif. Le sac de sérum contient un liquide gris, épais, très louche, tandis que, dans le sac de bouillon, la culture est beaucoup plus claire, avec de tout petits flocons en suspension. L'examen microscopique montre des différences énormes entre les deux cultures. Dans le sac de bouillon, on trouve des bacilles et des filaments avec microspores, qui sont encore virulents pour le cobaye. Dans le sac de sérum, au contraire, il n'y a ni bacilles ni filaments, mais des microcoques libres et en amas, dénués de toute virulence; ils prolifèrent dans le bouillon en conservant leur forme de microcoques et leur degré d'atténuation. Ils se colorent par la méthode de Gram, ils liquéfient la gélatine.

» D'après ces faits, il est permis de penser que, chez l'animal vivant, le sang doit une partie de ses propriétés bactéricides aux produits solubles qui lui sont fournis par les tissus et par les organes. Les ganglions lymphatiques et les globules blancs jouent un rôle important dans cette élaboration. Déjà nous avons constaté l'influence modificatrice des ganglions sur la bactéridie; celle des globules blancs isolés n'est pas moins intense.

» Quand, par suite d'un orifice accidentel à la paroi du sac, les leucocytes ont pu pénétrer dans l'intérieur, le bacille charbonneux ne tarde pas à perdre ses caractères essentiels. Dans deux expériences, où le sac retiré au bout d'un mois présentait une perforation, on a trouvé à l'intérieur une bouillie d'un gris jaunâtre, formée de glo-

bules blancs, mono et polynucléaires, et une véritable culture de microcoques identiques à ceux des sacs intacts.

» En résumé, dans l'organisme du chien, la bactéridie subit des modifications importantes. Elles débutent par des troubles dans les fonctions du microbe qui perd sa virulence. Puis la forme varie à son tour et s'adapte à la fonction; ce qui la caractérise, c'est le raccourcissement considérable du bourgeon végétatif marchant de pair avec une segmentation rapide et complète, pour donner des articles isolés semblables à des microcoques, d'où le nom de *B. anthracis brevigemmans*.

» Comment doit-on considérer cette nouvelle forme au point de vue des théories transformistes? Est-ce une variété ou une espèce?

» Pour répondre à cette question, il faut attendre le résultat de nouvelles expériences, qui nous renseigneront tant sur les propriétés physiologiques que sur le degré de fixité des caractères acquis. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sérum antihépatique*. Note de M. C. **Delezenne**, présentée par M. Duclaux.

« Depuis la publication des travaux de Bordet (1) sur les sérums hémolytiques artificiels, divers expérimentateurs se sont efforcés de préparer, par la même méthode, des sérums toxiques pour toute une série d'éléments cellulaires. Je rappellerai à ce sujet les recherches de Landsteiner (2), de Metchnikoff (3), etc., sur la spermotoxine, celles de Dungern (4) sur le sérum anti-épithélial, les travaux de Metchnikoff (5), Delezenne (6), etc., sur les sérums leucotoxiques, et enfin ceux de Lindemann (7) sur les sérums néphrotoxiques.

» Je me suis attaché moi-même, depuis près d'un an, à l'étude de cette intéressante question à laquelle je me crois actuellement en mesure de pouvoir apporter une nouvelle contribution (8).

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1898, 1899, 1900.
(2) *Centralb. f. Bacteriol.*, 1899.
(3) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1899.
(4) *Munch. med. Woch.*, 1899.
(5) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1899.
(6) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1900.
(7) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900.
(8) Les résultats rapportés dans la présente Note ont déjà été relatés dans une Com-

» En pratiquant à des lapins ou mieux à des canards une série d'injections intrapéritonéales d'une émulsion de foie de chien, j'ai pu obtenir des sérums fortement toxiques pour la cellule hépatique de cet animal.

» Injectés dans les vaisseaux ou dans le péritoine à dose relativement faible (2^{cc} à 4^{cc} par kilogramme), ces sérums déterminent presque toujours la mort des animaux.

» Quelques chiens ont succombé rapidement (15 à 20 heures après l'injection) en présentant des lésions limitées à la cellule hépatique et consistant en une véritable nécrose aiguë du foie.

» Chez ceux qui ont survécu plus longtemps (5 à 15 jours), la lésion caractéristique était une dégénérescence graisseuse marquée du foie.

» Dans ce cas, les altérations sont toujours très caractéristiques, et l'examen microscopique seul suffit à les révéler. Quand elles sont généralisées, ce qui se produit chez les animaux injectés de sérum dans le torrent circulatoire, le foie est absolument jaune, friable et comme ratatiné; le plus souvent son aspect est celui du foie des malades ayant succombé à l'atrophie jaune aiguë, ou celui des animaux intoxiqués par le phosphore.

» L'examen microscopique montre que les cellules hépatiques sont fortement dégénérées. Là où la lésion est le plus accusée, le protoplasme a en grande partie disparu; il ne reste que de minces travées limitant de larges vacuoles remplies de gouttelettes graisseuses. Tous les vaisseaux sont fortement dilatés, les capillaires sanguins du lobule sont largement béants et séparent d'une manière très nette les différentes files de cellules hépatiques dégénérées. On observe, en outre, une infiltration leucocytaire du lobule, ordinairement très accusée.

» Le tissu conjonctif présente souvent un léger degré d'inflammation : les cellules fixes du tissu connectif des espaces portes paraissent multipliées, et leurs noyaux sont un peu plus volumineux. Les lymphatiques que l'on rencontre dans ces espaces sont largement béants.

» Au point de vue fonctionnel, les animaux injectés de sérum hépatolytique présentent la plupart des signes physiologiques de l'insuffisance hépatique. Je signalerai en particulier la diminution considérable de l'urée

---

munication plus étendue relative aux *Sérums cytotoxiques* (*sérum antihépatique, sérum thyroïdotoxique, sérum antisalivaire*), faite à l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, le 9 juillet dernier, et au XIIIe Congrès international de Médecine (Paris, 2-9 août 1900).

dans les urines et l'augmentation parallèle des sels d'ammoniaque, l'excrétion de quantités souvent notables de leucine, de tyrosine, etc.

» Les animaux peuvent présenter en outre une légère glycosurie s'ils reçoivent une alimentation riche en matières hydrocarbonées, mais ils n'ont pas d'ictère. Ceux qui survivent assez longtemps ne tardent pas, d'ailleurs, à présenter des troubles digestifs très accusés, et ils succombent très fortement cachectiques.

» Dans quelques expériences j'ai obtenu des résultats du même ordre en employant des doses beaucoup plus faibles de sérum actif, mais en le portant pour ainsi dire directement en contact avec la cellule hépatique. Pour cela, j'ai eu recours à une méthode précédemment employée par Denys et Stubbe pour la destruction du foie par l'acide acétique dilué, c'est-à-dire à l'injection par le canal cholédoque. On peut, par ce procédé, qui est évidemment d'une application assez délicate, obtenir la mort des animaux en employant des doses de sérum bien inférieures à 1^{cc} par kilogramme.

» J'ajouterai que l'action du sérum antihépatique est tout à fait spécifique. Il n'atteint pas d'autres organes que le foie, et les lésions qu'il provoque ne s'obtiennent jamais ni avec d'autres sérums cytotoxiques artificiels, le sérum hémolytique par exemple, ni avec les sérums normaux correspondants, même lorsqu'ils sont injectés à dose beaucoup plus élevée.

» En injectant des chiens avec des doses faibles et progressivement croissantes de sérum antihépatique, on peut les rendre réfractaires aux effets toxiques habituels de doses beaucoup plus élevées.

» Cette immunité résulte de la formation d'une antilysine en tout comparable à l'antispermotoxine (Metchnikoff) ou à l'antihémotoxine (Bordet, Ehrlich). Le sérum d'un animal immunisé, transfusé à un animal neuf, est capable, en effet, de protéger la cellule hépatique contre l'action destructive si caractéristique du sérum hépatolytique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Application à l'homme de la régénération de l'air confiné, au moyen du bioxyde de sodium* [1]. Note de MM. **A. Desgrez** et **V. Balthazard**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons présenté à l'Académie, l'année dernière, une méthode de régénération de l'air confiné, basée sur la décomposition du bioxyde de

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Bouchard.

sodium par l'eau à froid. Nous rappelons que, dans cette décomposition, l'oxygène produit remplace celui qui a été utilisé par la respiration, tandis que la soude formée simultanément fixe l'acide carbonique de l'air expiré. Le milieu réagissant, étant doué de propriétés oxydantes énergiques, détruit les toxines contenues dans les gaz de la respiration.

» Nous avions utilisé cette réaction pour obtenir la survie d'animaux placés dans des espaces confinés très restreints, alors que, dans ces mêmes milieux, les animaux témoins succombaient rapidement, en l'absence de toute régénération.

» Depuis, nous avons étendu à l'homme la démonstration précédente. C'est le résultat de ces nouvelles recherches que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» Nos premières expériences sur l'homme ont été faites à l'aide d'un appareil assez volumineux que nous nous sommes efforcés de simplifier pour le rendre portatif. Le modèle que nous présentons s'adaptant sur le dos de la personne en expérience et ne pesant d'ailleurs que 12^{kg}, nous pensons avoir résolu le problème que nous nous étions proposé.

» Notre appareil se compose essentiellement de trois parties :

» 1° Un distributeur chargé d'assurer la chute régulière du bioxyde de sodium dans l'eau. C'est une boîte prismatique, en acier, divisée en compartiments par dix tablettes horizontales superposées. Un mouvement d'horlogerie déclenche, à intervalles de temps égaux, chacune de ces tablettes chargées de bioxyde de sodium.

» 2° Une boîte cubique, également en acier, contenant de l'eau et placée sous l'appareil précédent. Au fur et à mesure que les tablettes prennent la position verticale, elles déversent leur bioxyde dans l'eau de cette boîte; l'oxygène et la soude produits concourent alors simultanément, chacun pour sa part, à la régénération de l'atmosphère initiale.

» 3° Un petit ventilateur mis en mouvement par un moteur électrique actionné par des accumulateurs. Ce ventilateur détermine la circulation continuelle de l'air dans l'appareil et l'espace clos où se trouve le sujet.

» L'air se trouvant légèrement échauffé dans sa régénération même, nous le faisons passer, à sa sortie du milieu réagissant, dans un réfrigérant qui le ramène à sa température initiale.

» Toutes les pièces précédentes, réunies entre elles, sont enfermées dans une boîte en aluminium, de forme circulaire, se fermant hermétiquement par un couvercle également en aluminium, appliqué sur la boîte par des vis à bascule, avec une rondelle en caoutchouc interposée.

» Pour apprécier sur l'homme, comme nous l'avions fait sur le cobaye, l'efficacité de la méthode et le bon fonctionnement de notre appareil, nous avons fait construire par Petit une veste scaphandre hermétique. C'est

l'adaptation de notre régénérateur à cette veste que nous plaçons sous les yeux de l'Académie et que nous croyons applicable, dès à présent, dans toutes les circonstances où l'homme devra pénétrer dans une atmosphère irrespirable. »

M. Godefroy adresse une Note « Sur la série de Binet ».

(Renvoi à l'examen de M. Appell.)

M. L.-K. Böhm adresse, de New-York, une Note relative au carbure de calcium.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 juillet 1900.

(*Suite.*)

The Danish Golf-Expedition; vol. I, part 2; vol. II, part 3. Copenhagen, H. Hagerup, 1900; 2 fasc. in-4°.

Essai de Bibliographie française sur les Serbes et les Croates, 1544-1900, par Nicolas S. Pétrovitch. Belgrade, 1900; 1 vol. in-8°.

Independant Day-Numbers for the year 1902 *as used at the Royal observatory Cape of Good Hope*. London, 1899; 1 fasc. in-8°.

American Journal of Mathematics. Vol. XXI, nos 3-4; vol. XXII, no 1. Baltimore, 1899-1900; 3 fasc. in-4°.

Memoirs from the biological laboratory of the Johns Hopkins University. Vol. IV, no 4. Baltimore, 1899-1900; 2 fasc. in-4°.

Johns Hopkins University Circulars; vol. XIX, nos 142-143. Baltimore, 1899-1900; 2 fasc. in-4°.

Twenty-fourth annual Report of the president of the Johns Hopkins University. Baltimore, Maryland, 1899; 1 fasc. in-8°.

American chemical Journal; vol. XXI, n° 6; vol. XXII, n°s 1-6; vol. XXIII, n°s 1-4. Baltimore, 1899-1900; 11 fasc. in-8°.

Transactions of the American mathematical Society; vol. I, n° 2. Lancaster, Pa., and New York, 1900; 1 fasc. in-4°.

Memorias y Revista de la Sociedad cientifica Antonio Alzate; t. XIV, n°s 3-4. Mexico, 1899; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the American Association for the advancement of Science; forty-eight meeting, held at Columbus, Ohio, August 1899. Easton, Pa., 1899; 1 vol. in-8°.

Transactions of the American mathematical Society; vol. I, number 2, april 1900. Lancaster, Pa., 1900; 1 fasc. petit in-4°. (With the compliments of the American mathematical Society.)

ERRATA.

(Séance du 6 août 1900.)

Note de M. *Armand Gautier,* La fonction menstruelle et le rut des animaux. Rôle de l'arsenic dans l'économie.

Page 362, ligne 18, *au lieu* $\frac{1}{20\,000}$, *lisez* $\frac{1}{20\,000\,000}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AOUT 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la haute vallée de la Dordogne;* par M. A. MICHEL-LÉVY.

« La haute vallée de la Dordogne, entre la Bourboule et le Mont-Dore, présente un sujet d'études géologiques d'autant plus intéressantes qu'elle est jalonnée par de nombreuses sources thermales, et qu'en outre elle sépare le massif central du Sancy de l'étoilement périphérique s'étendant de la Banne d'Ordenche au Puy de l'Angle (¹).

» Quelques coupes nouvelles ont été mises à jour dans les tranchées du chemin de fer de la Queuille au Mont-Dore, dans les chemins récemment

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1078.

tracés sur les flancs du Capucin et dans les fouilles nécessitées par les fondations de plusieurs maisons sur la route de Clermont.

» 1° Sur le flanc gauche de la haute vallée du Mont-Dore, le chemin dit *des Artistes* m'a permis de suivre la coulée de labradorite, qui paraît dans les cinérites de la route de La Tour, jusque sous le Capucin. M. Boule m'avait déjà signalé la prolongation de cette coulée aux abords du funiculaire.

» 2° Plus au sud, le même chemin montre les affleurements d'un dyke de trachyte nord-nord-ouest, qu'on peut suivre jusqu'à proximité des ravins de Riveaugrand. Le trachyte est d'un type acide, riche en mica noir et en amphibole, pauvre en pyroxène.

» 3° Le flanc droit (oriental) de la vallée du Mont-Dore montre nettement la prolongation de l'andésite inférieure de la Grande-Cascade entre ce ravin et celui des Égravats; la nouvelle route à voitures, qui monte vers le val d'Enfer, en laisse apercevoir un bel affleurement facile à joindre, dans un ruisseau qui descend du grand éboulement intermédiaire entre les deux ravins précités; l'andésite, qui repose sur la cinérite stratifiée en place, est légèrement augitique (très fins microlites d'augite), riche en grands cristaux d'augite et de hornblende brune partiellement résorbée.

» 4° On a récemment tracé, entre le chemin montant à la Grande-Cascade et le haut du jardin Chabory, un sentier presque horizontal le long duquel affleure, au-dessus du bourg et sur plus de 1500^m de longueur, une coulée de trachyte scoriacé qui s'intercale dans la cinérite à peu près au niveau de la labradorite inférieure de la Grande-Cascade.

» L'extrémité de cette coulée trachytique reparaît sur la route de Clermont, dans les fouilles de la maison Chambonnet, à peu de distance de la coulée de basalte inférieur qui est exploitée au premier tournant de la route, sous l'andésite supérieure du plateau de l'Angle. En ce point, la coulée trachytique est à un niveau nettement inférieur à celui du basalte. Ce trachyte, très pauvre en éléments ferromagnésiens, paraît se relier pétrographiquement à la venue suivante.

» 5° La roche volcanique d'où sortent les principales sources thermales de l'établissement du Mont-Dore et notamment la source César se prolonge nettement vers le nord-ouest; elle affleure en dernier lieu, sur la route de Clermont, derrière la maison Battu, dont les fondations ont mis à jour quelques suintements d'eau thermale; il paraît vraisemblable que cette roche constitue un dyke nord-nord-ouest, analogue aux phonolites infé-

rieurs qui accompagnent plusieurs des sources thermales voisines de la Bourboule. En 1890, une étude sommaire nous avait induit à attribuer la roche de César à une andésite *à faciès phonolitique;* un examen plus approfondi nous permet de la rapprocher définitivement des phonolites inférieurs de Lusclade, de la Compissade, etc.

» 6° Au coude de la vallée, à l'ouest de Queureilk, la Dordogne traverse deux moraines frontales dont le chemin de fer montre une bonne coupe; j'y ai observé les blocs polis et striés de trachyte et surtout d'andésite supérieure, abondants et caractéristiques. M. Paul Gautier, directeur du musée Lecoq, y a découvert, en outre, des trachytes à pâte vitreuse noire, tout à fait comparables aux obsidiennes, mais très riches en cristaux du premier temps. La plupart de ces variétés sont connues en place dans les ravins de Lacour et de Riveaugrand.

» 7° M. Paul Gautier a également découvert, dans le premier ravin à l'ouest de la Compissade (kilomètre 50), un dyke nord-ouest de trachyte dont on peut voir la salbande septentrionale contre la cinérite; ce dyke est riche en inclusions granitoïdes homœogènes.

» 8° Enfin, je dois à M. Friedel, ingénieur des mines, une Communication très intéressante sur les matériaux trouvés dans une galerie d'environ 130^{m} de longueur, creusée du nord vers le sud, sur la rive gauche de la Dordogne, au niveau de la rivière, immédiatement à l'ouest des tufs déposés par la source pétrifiante de la Compissade. Après avoir traversé des éboulis, la galerie est entrée dans une sorte de cuvette, formant fond de bateau large et peu profond, dont l'axe coïnciderait avec la voie du chemin de fer. Cette cuvette est entièrement remplie par des alluvions composées d'argiles grisâtres avec galets de rhyolites et de perlites identiques à ceux de Lusclade. Elle sert de captage à une source chaude, abondante et très minéralisée.

» 9° M. Friedel me signale encore l'existence d'énormes blocs éboulés de granite, dans le petit tunnel entre l'établissement Choussy et la pompe. Ces blocs anguleux sont noyés dans une cinérite fine, dont les bancs passent régulièrement et sans dérangement d'un bloc à l'autre. Ils semblent donc les témoins d'une falaise granitique contemporaine de la projection des cinérites.

» Ces diverses observations seront utilement coordonnées lors de la revision de la feuille de Clermont-Ferrand, nécessitée par l'épuisement de la première édition. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence de* Ceratitis capitata *Wied., var.* hispanica *de Brême, aux environs de Paris.* Note de M. **Alfred Giard.**

« De beaux abricotiers cultivés en plein vent dans des jardins à Courbevoie ont perdu cette année une grande partie de leurs fruits à l'état vert. La récolte fut cependant moyenne et les abricots, arrivés à maturité vers la mi-juillet, étaient d'aspect superbe; mais la plupart durent être jetés parce qu'ils renfermaient des vers (larves de Diptères), parfois au nombre de six à huit dans un même fruit. Ces larves, dont l'examen me fut confié, appartenaient à une mouche de la famille des *Trypetidæ*. Placées dans une boîte à éclosion, elles se transformèrent rapidement en pupes dans la terre et au bout de quinze à vingt jours me donnèrent, à mon grand étonnement, le très joli, mais très redoutable *Ceratitis capitata* Wied.

» Rapporté des Indes orientales par Daldorf, ce Diptère fut décrit en 1826 par Wiedemann et nommé *Trypeta capitata* (*Anal. entomol.*, p. 54, n° 124). Mac-Leay (*Zoological Journal*, t. XVI, p. 475-482) le redécrivit en 1829 sous le nom de *Ceratitis citriperda*, d'après des exemplaires obtenus à Londres et provenant de larves importées dans des oranges de Saint-Michel (Açores). Mac-Leay établit de plus l'identité de cette mouche avec le *Tephritis*, signalé par Cattoire comme rendant impossible l'obtention d'oranges ou de citrons mûrs à l'île Maurice (Latreille, *Règne animal*, p. 534). Depuis, *Ceratitis capitata* ou sa variété *hispanica* de Brême (1) ont été dénoncés maintes fois comme nuisibles aux fruits du genre *Citrus*, aux Açores, à Madère, aux îles du Cap-Vert, en Algérie, à Malte, dans le sud de l'Italie et de l'Espagne, etc.

» En 1887, O. Penzig observait la mouche des oranges en Italie, jusqu'en Ligurie, et la rencontrait non seulement dans les fruits des Aurantiacées, mais aussi dans les pêches, les figues, les azeroles, etc. (2).

» En 1890, C. V. Riley (*Insect life*, t. III, p. 5) signale, d'après Mac-Callan, les dommages que *Ceratitis capitata* cause aux pêches aux îles Bermudes et résume ce qu'on sait de l'histoire de la *Peach fly*.

---

(1) De Brême, *Note sur le genre* Ceratitis *de Mac-Leay* (*A. S. E. F.*, p. 183; 1842).

(2) O. Penzig, *Studi botanici sugli agrumni e sugli piante affini* (*Annali di Agricoltura*, 1887).

» Bientôt après, Lounsbury fait connaître, dans plusieurs rapports ([1]), les dégâts que cette mouche occasionne au Cap de Bonne-Espérance, où elle attaque les fruits les plus variés : pêches, brugnons, abricots, poires, goyaves, pommes, coings, litchis, oranges, prunes caffres (*Harpephyllum caffrum*), prunes rouges de Noël ou de nouvel an, fruits d'*Aberia caffra* (*Kei apple*), de la passiflore (*Passiflora cœrulea*) et du *Solanum capsicastrum*.

» Aux environs d'Alger, d'après des renseignements que je tiens de mon ami regretté le professeur F. Debray, *Ceratitis* est surtout nuisible aux oranges, aux pêches et aux plaquemines.

» *Ceratitis capitata* présente chaque année plusieurs générations successives et les dégâts qu'il occasionne varient avec l'état du fruit au moment où il est attaqué. De là vient un certain désaccord entre les divers auteurs qui ont étudié ses ravages. Lorsque la mouche a pondu sur un ovaire à l'état de croissance, il y a réaction du végétal et production d'une sorte de galle qui détermine bientôt la chute du fruit [abricots verts de Courbevoie, oranges de Signoret et Laboulbène ([2])].

» Chez les oranges non mûres la peau seule est attaquée, et il se forme une nodosité dans laquelle parfois a lieu la nymphose.

» Lorsque la ponte a lieu sur un fruit mûr, les larves pénètrent à l'intérieur et s'y développent avec une telle rapidité que le fruit garde son aspect sain, même lorsqu'il est fortement contaminé. Parfois, cependant, dans les fruits volumineux (oranges, etc.), il y a un début de putréfaction et apparition de moisissures aux points envahis par les larves.

» Il ne peut y avoir aucun doute sur l'identité de *Ceratitis capitata* Wied. avec *Ceratitis citriperda* Mac-Leay et *Ceratitis cattoirei* Guér.-Men. ([3]).

» De Brême, Guérin-Méneville, Penzig ont distingué, sous le nom de *Ceratitis hispanica* de Brême, l'espèce du pourtour méditerranéen. Il m'est impossible de trouver la moindre différence entre les exemplaires que j'ai vus d'Algérie ou de Courbevoie et ceux des Bermudes, qui ont été figurés par Riley sous le nom de *C. capitata*. Les saillies frontales signalées par

---

([1]) Chas. P. Lounsbury, *Reports of the Government Entomologist* (*Cape of Good Hope*) *for* 1895, p. 32; 1896, p. 10; 1897, p. 16; 1898, p. 37.

([2]) A. Laboulbène, *Note sur les dommages causés par* Ceratitis hispanica *aux fruits des orangers dans nos possessions d'Algérie* (*A. S. E. F.*, 1871, p. 439).

([3]) F.-E. Guérin-Méneville, *Monographie d'un genre de Muscides nommé* Ceratitis (*Revue zoologique par la Société Cuvierienne*, p. 194-201; 1843).

Penzig existent chez tous les *Ceratitis* et la couleur des palettes céphaliques du mâle me paraît un caractère insuffisant pour élever *Ceratitis hispanica* au rang d'espèce distincte.

» Sous prétexte que le nom *Ceratitis* a été préoccupé pour certaines Ammonites, Rondani a proposé de le remplacer par celui d'*Halterophora*. Si l'on croit un changement nécessaire, pourquoi ne pas employer le nom de *Petalophora* donné par Macquart en 1835?

» Dans quelle mesure y a-t-il lieu de redouter la propagation de *Ceratitis capitata* aux environs de Paris? Sans doute l'été que nous venons de traverser a été merveilleusement favorable au développement de cette espèce méridionale, et si son introduction date de la présente année, si elle est due à l'importation récente de fruits infestés venant de la région méditerranéenne, on peut espérer que l'hiver nous débarrassera de cette peste. En effet, d'après les observations de S.-D. Bairstow (*Agricultural Journal of the Cape of Good Hope*, 2 nov. 1893), le *Ceratitis* hiverne à l'état d'insecte parfait sous les feuilles mortes et autres détritus, pour recommencer à pondre au printemps suivant. Il est permis de croire que, sous notre climat plus rude, cette période d'hivernage sera défavorable au Diptère. Mais il est à craindre, d'autre part, que, les conditions éthologiques changeant, les mœurs de l'insecte soient également modifiées et que certains individus des générations automnales passent l'hiver à l'état de nymphes mieux protégées contre le froid, pour éclore aux premières chaleurs de l'année prochaine.

» Il est donc bon de surveiller de près ce nouvel ennemi, avant qu'il envahisse nos cultures de Montreuil, etc.

» Les moyens préconisés pour lutter contre *Ceratitis* sont: 1° la destruction des fruits attaqués, mûrs ou non mûrs, à l'aide de la chaux vive; 2° lorsqu'il s'agit de fruits de valeur, entourer les arbres menacés, sitôt après la floraison, par une enveloppe complète d'étoffe légère et transparente, telle que celle qui sert à faire les moustiquaires. Ce procédé a donné de bons résultats au Cap de Bonne-Espérance, où il a été recommandé par Lounsbury.

» Avant tout, puisque l'acclimatement du *Ceratitis* aux environs de Paris est démontré possible, au moins pour une année, il convient d'éviter avec soin la présence, dans le voisinage des vergers, de fruits du Midi contenant des larves de ce redoutable Diptère. Les oranges, mandarines et citrons doivent particulièrement être suspectés et détruits soigneusement en cas de contamination. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **W.-O. Moor** adresse un Mémoire « Sur la découverte de l'uréine, constituant organique principal de l'urine, et sur la vraie cause des symptômes urémiques ».

(Commissaires : MM. Troost, Arm. Gautier.)

M. **B.-G. Jenkins** adresse une nouvelle Note intitulée : « Météorologie, branche de l'Astronomie ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Mascart, Violle.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations d'étoiles filantes, faites du* 11 *au* 14 *août* 1900 *à l'Observatoire de Paris;* par Mlle **D. Klumpke**. Note communiquée par M. Lœwy.

« Comme les années précédentes, j'ai cherché à observer les Perséides au moment du maximum de l'essaim. L'état du ciel du 8 au 10 août a été peu favorable aux observations, et la présence de la Lune du 11 au 15 ne m'a pas permis d'enregistrer les traînées peu lumineuses. Les quelques trajectoires données ci-après ont été relevées à l'aide d'un instrument azimutal; les coordonnées azimut et hauteur ont été converties en ascension droite et déclinaison.

» Les étoiles filantes vues le 11 août (temps moyen $10^h23^m - 14^h42^m$), le 12 août ($12^h26^m - 14^h13^m$), le 13 août ($10^h3^m - 12^h15^m$), le 14 août ($11^h28^m - 12^h32^m$) et le 15 août ($9^h30^m - 10^h28^m$) ont été respectivement au nombre de 16, 3, 9, 2, 0.

» Parmi celles-ci, quelques-unes, assez rares, émanaient de Persée, d'autres sillonnaient la région polaire; ces dernières étaient en général lumineuses et colorées, tandis que les Perséides étaient blanches, courtes et très rapides.

» Août 11. — Au commencement de l'observation, Ciel à alto-stratus; grand cercle autour de la Lune; à partir de 12h30, Ciel très pur; les étoiles de la grandeur 5 sont visibles; Lune âgée de 16j,4.

Temps moyen de Paris.	Numéros des étoiles filantes.	Commencement α.	Commencement δ.	Fin trajectoire α.	Fin trajectoire δ.	Grandeurs.
h m 12. 6,1...	3	34°,3	+87°,2	94°,1	+80°,7	
12.28,5...	4	66,2	+42,2	66,6	+32,2	3
12.31,3...	5	33,9	+45,7	31,0	+41,9	2
13.34,3...	10	24,0	+59,9	21,5	+58,2	4
13.58,8...	13	62,3	+43,7	67,7	+33,9	4 blanche
14. 6,0...	14	57,4	+39,7	54,2	+32,8	4 »
14.23,0...	15	36,6	+47,4	34,6	+41,5	2
14.27,9...	16	61,7	+37,3	65,2	+32,0	4

» Août 12. — Ciel pur, vent N., thermomètre 17°,5; à 13h les nuages montent à l'est, puis Ciel pommelé.

h m 12.42,5...	2	344°,5	86°,1	286°,0	84°,3	4
12.48,0...	3	288,0	87,3	145,6	85,6	

» Août 13. — Ciel avec alto-stratus, thermomètre 17°,5, vent E.-N.-E.

h m 10.28,6...	2	17°,1	+74°,3	357°,8	+77°,6	4 blanche
10.43,7...	3	24,6	+34,3	21,5	+28,3	1 tête bleue
11.48,8...	5	33,9	+58,1	44,9	+55,5	5 blanche
11.57,0...	7	284,2	+81,8	284,4	+86,3	3 »
11.59,3...	8	277,0	+80,1	256,0	+81,9	4 »

» Août 14. — Ciel beau, vent E.-N.-E., thermomètre 18°,5.

h m 11.33,1...	1	278°,4	+83°,3	149°,6	+78°,2	1 bleuâtre
11.50,5...	2	213,6	+61,7	205,8	+55,2	blanche

» Août 15. — Ciel nuageux à éclaircies; de 9h30m à 10h28m je n'ai vu aucune étoile filante émaner de Persée; 9h10m lever de la Lune. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le premier trimestre de* 1900. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les résultats de ces observations sont résumés dans les Tableaux suivants dont l'explication a été donnée, page 995 du Tome CXXX des *Comptes rendus*.

» *Taches.* — Le nombre des groupes de taches notés est moindre que dans le trimestre précédent, 15 au lieu de 19; néanmoins la surface totale des taches a été plus forte : on a, en effet, 996 millionièmes au lieu de 567. Cette augmentation s'est produite surtout dans l'hémisphère boréal, mais au total la fréquence des taches reste plus forte au sud de l'équateur.

» Enfin le nombre des jours sans taches est de 15 sur 42 jours d'observation au lieu de 16 sur 47 jours dans le trimestre précédent, soit un nombre proportionnel de 0,36 au lieu de 0,34.

» *Régions d'activité.* — Les facules ont diminué également : on a au total 29 groupes et 19,0 millièmes au lieu de 55 groupes et 24,0 millièmes notés précédemment; leur répartition entre les deux hémisphères est de 15 groupes au sud au lieu de 29, et 14 au nord au lieu de 26, mais leur surface totale est un peu plus forte au nord de l'équateur (10,1) qu'au sud (8,9).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1900. — 0,17			
12	1	12,8	−6		2
12–15	2	13,9		+11	20
11–19	5	16,7		+10	43
18	1	19,7	−14		1
23–26	3	28,2	−10		23
	12 j.		−10°,0	+10°,5	
		Février 1900. — 0,45			
26– 7	6	1,5		+ 5	135
6	1	4,6	−15		3
5– 7	3	9,1	− 9		19
		Février 1900. — 0,45			
5– 7	3	10,2		+12	208
14–15	2	10,2		+ 7	10
	11 j.		−12°,0	+ 8°,0	
		Mars 1900. — 0,47			
6	1	4,4	− 1		10
6–10	4	5,3	−12		489
29–31	3	27,0		+10	27
29	1	28,0	− 8		2
2	1	30,1		+ 3	4
	19 j.		− 7°,0	+ 6°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1899.	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Janvier....	»	»	»	1	2	3	2	1	1	»	»	»	5	89
Février....	»	»	»	1	1	2	3	2	1	»	»	»	5	375
Mars......	»	»	»	1	2	3	2	2	»	»	»	»	5	532
Totaux..	»	»	»	3	5	8	7	5	2	»	»	»	15	996

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1899.	Sud. 90°.	40°.	30°.	20°.	10°.	0°. Somme.	Nord. Somme.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Janvier....	»	»	»	2	3	5	4	3	1	»	»	»	9	5,6
Février....	»	»	»	1	3	4	3	1	2	»	»	»	7	6,2
Mars......	3	»	»	1	2	6	7	5	2	»	»	»	13	7,2
Totaux...	3	»	»	4	8	15	14	9	5	»	»	»	29	19,0

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la composition de l'air dans la verticale, et sur la constitution des couches supérieures de l'atmosphère terrestre.* Note de M. G. **Hinrichs.** (Extrait.)

« En admettant que chacun des composants de l'air forme une atmosphère indépendante des autres gaz, et que la pression p de chacun d'eux, à l'altitude H exprimée en myriamètres, soit donnée par la formule de Laplace

$$\log \frac{P}{p} = \frac{H}{K},$$

la constante K étant, pour un gaz de densité D, $K = \frac{1,8400}{D}$, et en supposant l'absence d'action réciproque, on trouve pour la composition de l'air dans la verticale, le Tableau suivant :

Altitude en myriamètres.	Volumes pour 100. Acide carbonique.	Oxygène.	Argon.	Azote.	Hydrogène.
0..........	0,03	21,00	1,20	77,75	0,02
1..........	0,02	18,43	0,75	80,74	0,06
2..........	0,01	16,07	0,46	83,26	0,20
3..........	0,00	13,90	0,28	85,18	0,64
4..........	»	11,86	0,16	85,94	2,04
5..........	»	9,83	0,12	83,94	6,11
6..........	»	7,52	0,00	75,54	16,94
7..........	»	4,7	»	56,2	39,1
8..........	»	2,2	»	31,0	66,8
9..........	»	0,7	»	12,9	86,4
10..........	»	0,3	»	4,6	95,1

» On voit que l'acide carbonique disparaîtrait de l'atmosphère à la hauteur de 3 myriamètres, tandis que l'argon y resterait appréciable jusqu'à 6 myriamètres. S'il y avait autant de bioxyde de carbone que d'hydrogène, cet oxyde disparaîtrait aussi à la hauteur de 6 myriamètres. A cette hauteur, l'atmosphère ne contiendrait que les trois éléments O, Az, H; mais, tandis que l'azote a passé par un maximum de 86 pour 100 à 4 myriamètres d'altitude, d'après la formule, l'oxygène aurait diminué continuellement et ne serait plus que le dixième de l'azote. En même temps, l'hydrogène se serait accru jusqu'au double du volume de l'oxygène, sans qu'il y ait possibilité de détonation, en raison de la température, de la raréfaction et de la dilution par l'azote, en volume trois fois égal à celui du gaz détonant.

» Dans les couches supérieures, toujours d'après la formule, l'oxygène doit continuer à diminuer; à l'altitude de 10 myriamètres, au niveau inférieur des rayons lumineux des grandes aurores, l'atmosphère serait constituée par de l'hydrogène presque pur, ne contenant que 5 pour 100 d'azote, et quelque chose que l'on avait cru être de l'azote. Est-ce de ces couches de l'atmosphère que les météorites nous apportent l'hydrogène occlus dans leur fer? .... »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la cohésion diélectrique des gaz* (¹). Note de M. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai démontré que, quand un gaz contenu dans une enveloppe isolante se trouve placé entre les plateaux d'un condensateur, c'est-à-dire dans un champ électrique constant, le gaz isole pour toute valeur du champ inférieure à une certaine limite critique, et livre passage à l'électricité pour toute valeur du champ supérieure. Ce champ critique mesure ce que j'ai appelé la *cohésion diélectrique* du gaz.

» Mes premières expériences à ce sujet n'avaient pu être réalisées que dans un intervalle de pressions beaucoup trop restreint. J'ai porté, depuis, de mille à trois mille le nombre des petits accumulateurs qui produisent le champ, et j'ai joint au double baromètre, qui m'avait exclusivement servi pour la mesure des pressions, une jauge de Mac-Leod. Celle-ci permet de comparer entre elles les pressions comprises entre

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 152 et 204.

$0^{mm},5$ et $\frac{1}{100}$ de millimètre avec la même précision relative que comporte l'usage du baromètre pour les pressions plus élevées.

» Les expériences relatées dans cette Note ont été faites dans des conditions identiques, c'est-à-dire avec un même ballon de verre plat, un même condensateur et une distance invariable des plateaux (diamètre du plateau inférieur, 21^{cm}; du plateau supérieur, 16^{cm}; diamètre du ballon, 8^{cm}; épaisseur, $2^{cm},4$).

» J'ai admis pour le calcul que, dans la région centrale du champ occupée par le ballon, ce champ avait uniformément la valeur $\frac{V_1 - V_2}{e}$, où $V_1 - V_2$ est la différence de potentiel des plateaux, e leur distance.

» Les pressions p sont évaluées en centimètres de mercure, les champs critiques y en volts par centimètre.

Hydrogène.

	y		
Pression.	observé.	calculé.	Différence.
$6^{cm},578$	2005^{vol}	2037^{vol}	+32
6,130	1855	1924	+69
4,932	1620	1627	+ 7
3,920	1410	1357	−53
2,518	1025	992	−33
1,917	875	830	−45
1,339	625	669	+44
0,917	545	544	− 1
0,678	440	468	+28
0,345	340	348	+ 8
0,148	290	261	−29
0,0786	233	230	− 3
0,0457	233	252	+19
0,03182	310	295	−15
0,02207	420	422	+ 2
0,01537	770	696	−74
0,01053	1230	1316	+85

Air.

	y		
Pression.	observé.	calculé.	Différence.
$3^{cm},369$	2015^{vol}	2038^{vol}	+23
3,058	1910	1885	−25
2,445	1533	1595	+62

Pression.	y observé.	y calculé.	Différence.
cm 2,005	1345 vol	1378 vol	+33
1,750	1275	1253	−22
1,249	1040	1009	−31
0,834	825	791	−34
0,481	590	597	+ 7
0,262	450	461	+11
0,115	325	348	+23
0,464	305	290	−15
0,0246	**300**	**289**	−11
0,01635	348	335	−13
0,01152	430	443	+13
0,00812	650	669	+19
0,00569	1885	1145	−40

Acide carbonique.

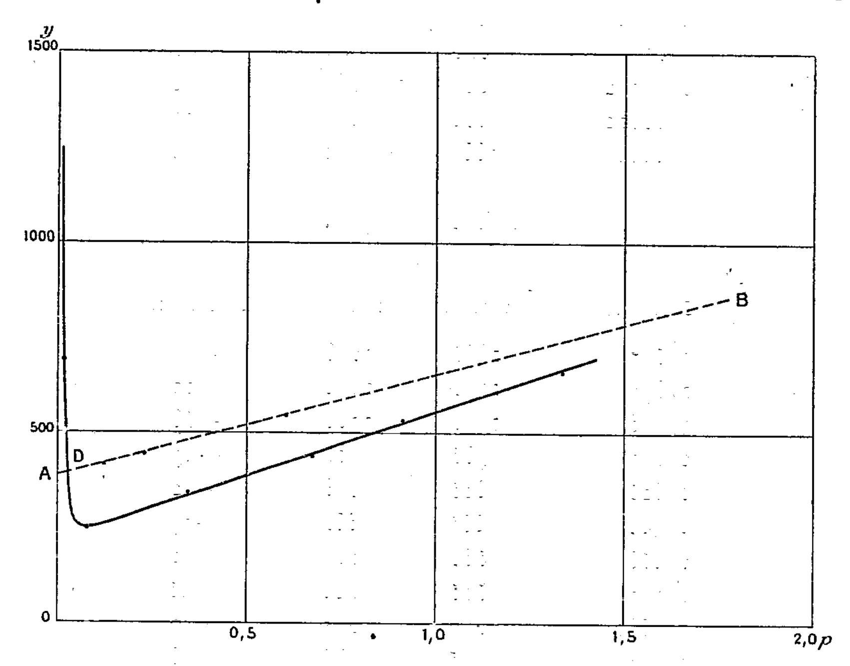
Pression.	y observé.	y calculé.	Différence.
cm 1,517	vol 1365	vol 1328	−37
1,393	1245	1256	+11
1,266	1125	1183	+58
0,892	935	964	+29
0,625	805	803	− 2
0,436	665	684	+19
0,253	560	560	0
0,149	505	480	−25
0,0889	440	431	− 9
0,0573	395	**373**	−23
0,03506	**373**	376	+ 3
0,02392	380	377	− 3
0,02096	380	382	+ 2
0,01483	455	416	−39
0,1191	465	459	− 6
0,01043	505	498	− 7
0,00753	690	658	−32
0,00523	950	1029	+79

» Pour les trois gaz on observe les mêmes phénomènes généraux. Le

champ critique décroît d'abord linéairement avec la pression, passe par un minimum et croît ensuite indéfiniment.

» Les minimum : 233 pour l'hydrogène, 300 pour l'air, 373 pour l'acide carbonique, sont du même ordre de grandeur, mais nettement inégaux. Pour les pressions les plus élevées, le champ critique, à pression égale, est beaucoup plus petit pour l'hydrogène que pour l'air et pour l'air que pour l'acide carbonique. Mais cet ordre se trouve renversé aux plus basses pressions, de telle sorte que l'hydrogène, le moins isolant des trois gaz à haute pression, est de beaucoup le plus isolant aux pressions très basses.

» La courbe ci-jointe, relative à l'hydrogène, représente la variation de y au voisinage du minimum. Cette courbe admet une asymptote inclinée AB, qu'elle coupe en D



au delà du minimum, pour se rapprocher très rapidement de l'axe des y, sa deuxième asymptote.

» Les courbes ralatives aux trois gaz ont des formes analogues. Elles sont très bien représentées par des équations de la forme

$$\left(y - a - \frac{c^2}{p^2}\right)^2 = b^2 p(p + 2\pi).$$

» Aux pressions les plus élevées, cette courbe se confond pratiquement avec son asymptote inclinée

$$y = a + b(p + \pi).$$

» Aux pressions les plus basses, on a très sensiblement

$$y = a + \frac{c^2}{p^2};$$

le champ critique varie en raison inverse du carré de la pression.

» Les nombres calculés des Tableaux précédents ont été obtenus à l'aide de ces formules. Les divers coefficients ont pour valeurs :

	a.	b.	c.	π.
Hydrogène........	95	250	0,339	1,3
Air.............	150	470	0,1758	0,70
Acide carbonique..	260	570	0,1415	0,44

» En prenant pour unités les coefficients relatifs à l'hydrogène, les coefficients relatifs aux deux autres gaz deviennent :

	a.	b.	$\frac{1}{c}$.	$\frac{1}{\pi}$.
Hydrogène.......	1	1	1	1
Air............	1,579	1,880	1,857	2,051
Acide carbonique.	2,737	2,28	2,94	2,550

» Les coefficients ainsi exprimés se trouvent assez voisins les uns des autres pour un même gaz. S'ils étaient rigoureusement égaux, il serait possible de faire coïncider les courbes relatives aux différents gaz par une simple réduction de l'échelle des pressions. On voit que cette coïncidence ne peut être réalisée que d'une manière assez grossièrement approchée. »

PHYSIQUE. — *Sur l'extraction de l'oxygène de l'air par dissolution à basse température.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait quel intérêt extrême s'attacherait à l'obtention de l'oxygène à un prix très bas. Production des hautes températures, augmentation du rendement des sources lumineuses, des moteurs à gaz, réactions chimiques innombrables, fourniraient à ce corps un énorme débouché et contiendraient le germe de toute une révolution industrielle. Or, ce problème est probablement réalisable. Il n'en coûte théoriquement aucune énergie pour séparer l'air atmosphérique en ses éléments, et dès lors il ne faut pas désespérer d'arriver à des procédés pratiquement peu coûteux : mais ces procédés devront sans doute être physiques et non pas chimiques, ceux-ci mettant tous en jeu des quantités relativement énormes d'énergie.

» J'ai eu en vue plus spécialement, dans mes essais, la production des hautes températures : pour cette application, on peut démontrer qu'il est peu utile de chercher à obtenir de l'oxygène très riche et qu'un simple enrichissement à 50 ou 60 pour 100 de l'air ordinaire suffirait pour obtenir des effets remarquables. Car le poids total de gaz fourni par la combustion de $37^{kg},5$ de charbon, par exemple, par 100^{kg} d'oxygène renfermé dans de l'air de teneur pondérale x pour 100, est évidemment

$$y = \underbrace{137,5}_{CO^2} + \underbrace{\frac{(100 - x)\,100}{x}}_{Az}.$$

» Cette équation représente une hyperbole équilatère, dont l'ordonnée diminue d'abord très vite avec la richesse x; et, par exemple, alors qu'avec de l'air ordinaire à 23 pour 100 le poids des produits de la combustion de $37^{kg},5$ de charbon s'élève au total énorme de 429^{kg}, il s'abaisse à $237^{kg},5$ avec de l'air à 50 pour 100. Au delà de cette richesse, le gain est peu rapide et ses effets seraient, d'ailleurs, de plus en plus masqués par l'influence croissante de la dissociation.

» Les procédés *physiques*, qui ne sont en général que les procédés d'enrichissement, peuvent donc être employés.

» Je me suis adressé d'abord à l'un de ces procédés depuis longtemps connu, celui qui utilise la solubilité inégale de l'oxygène et de l'azote dans les liquides. Ce procédé n'a pas donné de bons résultats jusqu'ici, parce qu'on s'est limité à l'eau, solvant médiocre. Et si l'on s'est ainsi limité, bien que les tableaux de Bunsen indiquent d'autres liquides bien préférables, comme l'alcool, c'est parce que ceux-ci sont coûteux, que leur tension de vapeur est élevée et entraînerait des pertes inadmissibles.

» Le problème change si, au lieu d'envisager la dissolution sous pression à la température ordinaire, on se propose d'opérer *à basse température*. Trois avantages apparaissent aussitôt : 1° la tension de vapeur du solvant devient très faible si l'on opère au voisinage de son point de solidification, de sorte qu'il devient possible d'employer sans perte des solvants bien supérieurs à l'eau ; 2° le pouvoir dissolvant doit augmenter beaucoup quand la température baisse, d'où une utilisation bien meilleure du liquide choisi ; 3° la température critique de l'oxygène étant plus voisine que celle de l'azote, on peut, en abaissant la température, espérer augmenter le rapport de la solubilité de l'oxygène à celle de l'azote, et partant, la richesse du gaz obtenu.

» La production et l'entretien de la basse température supposent, il est vrai, une dépense supplémentaire d'énergie; mais il faut remarquer que la méthode même nécessite la compression de l'air à une pression que la dépense d'énergie, d'un côté, la bonne utilisation d'un solvant coûteux, de l'autre, limitent d'ailleurs dans chaque cas à une valeur bien déterminée. Après son épuisement, le gaz se détendrait donc dans un moteur récupérateur qui contribuerait à la compression tout en refroidissant le gaz expulsé : celui-ci céderait, dans un échangeur de température, son froid au gaz entrant et, moyennant un dispositif continu facile à imaginer, la température de l'ensemble s'abaisserait progressivement d'elle-même jusqu'à l'état d'équilibre désiré.

» Je me suis donc préoccupé de rechercher des liquides particulièrement adaptés à cette méthode, et par leur grand pouvoir dissolvant pour l'oxygène aux basses températures, et par un rapport $\frac{\text{solubilité O}}{\text{solubilité Az}}$ aussi élevé que possible.

» Le procédé employé pour cette étude a consisté à saturer d'oxygène, par barbotage sous une pression connue et à la température désirée, une certaine quantité du liquide choisi, l'oxygène ou plutôt l'air riche sous pression étant fourni par un récipient du commerce. La saturation terminée, on refoulait brusquement un volume connu du liquide saturé dans une éprouvette placée sur la cuve à mercure, où le gaz dissous sous l'excès entre la pression de dissolution (3 à 4 atmosphères) et la pression atmosphérique se dégageait. On notait son volume, toutes corrections de pression, de température et de tension de vapeur faites, puis on l'analysait volumétriquement par la potasse et l'acide pyrogallique. Connaissant ainsi le volume total dégagé et comparant la teneur en azote du gaz dégagé à celle de l'air enrichi fourni par le tube à oxygène, on pouvait calculer les deux éléments cherchés : solubilité de l'oxygène, solubilité de l'azote. J'ai ainsi essayé les divers alcools, éthers, l'acétone, l'acétol, le chloroforme, l'oxyde de méthyle liquide, les pétroles, la benzine, le chlore liquide et différents liquides inorganiques, etc.

» Or, les résultats de ces essais n'ont pas été ceux que j'espérais. Quelques-uns des coefficients trouvés, il est vrai, étaient presque suffisamment élevés pour le but proposé : tel est le cas, entre autres, pour l'oxyde de méthyle à $-120°$, pour lequel le coefficient de solubilité de l'oxygène est voisin de 0,5, soit douze fois celui de l'eau. Au contraire, l'alcool ne figure pas parmi les bons dissolvants, ce qui est en contradiction avec les

travaux de Bunsen. Les coefficients qui lui sont relatifs ne dépassent pas 0,1 aux basses températures.

» Mais le point important de ces essais est que, pour tous les bons dissolvants essayés, la solubilité de l'azote s'est montrée sensiblement égale à celle de l'oxygène: L'air enrichi fourni par le récipient d'oxygène que j'utilisais présentait une teneur en oxygène de 64,5 pour 100; or, le gaz dégagé du liquide saturé n'a jamais présenté, dans le cas de ces bons dissolvants, une richesse supérieure à 70 pour 100, ce qui suppose pour le rapport $\frac{\text{solubilité O}}{\text{solubilité Az}}$ une valeur maxima de 1,3, totalement insuffisante pour permettre un enrichissement appréciable. J'ai donc pensé qu'il était inutile de persévérer dans cette voie, et je me suis adressé à un autre ordre d'idées, dont je me propose d'entretenir l'Académie dans une Note prochaine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides pyrogallol-sulfoniques* (¹).
Note de M. **Marcel Delage**, présentée par M. A. Ditte.

« Dans deux courtes Communications (²), M. Personne annonce avoir préparé deux dérivés sulfoniques du pyrogallol, un acide disulfonique cristallisé en aiguilles feutrées et un acide monosulfonique, sans donner du reste d'indications sur la préparation et les propriétés de ces deux acides. Hugo Schiff (³) prépare un acide monosulfonique par action directe de l'acide pyrosulfurique sur le pyrogallol. Enfin, Banniann (⁴) décrit un éther sulfurique acide du pyrogallol.

» *Action de l'acide sulfurique ordinaire sur le pyrogallol.* — 25gr de pyrogallol pur et bien exempt de matières empyreumatiques sont broyés dans une capsule avec 15cc d'acide sulfurique ordinaire (D = 1,84), pur et surtout bien exempt de fer. L'opération doit être effectuée à l'abri des poussières de l'air, la masse jaune clair, semi-fluide, est portée au bain-marie. Au bout de quelques instants, le contenu se fluidifie, devient d'un rose violacé et se prend brusquement en masse sableuse, dure. Il importe, pour la réussite de la réaction, d'opérer exactement comme il vient d'être dit. On a ainsi un acide sulfoconjugué, mélangé à un petit excès d'acide sulfurique.

» Pour purifier le produit, on le dissout dans l'eau et l'on sature à froid par du carbonate de chaux pur, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'effervescence. Le sulfate de chaux

(¹) Travail fait au laboratoire de M. le Professeur Jungfleisch.
(²) *Bull. Soc. Chim.*, 2e série, t. XII, p. 169; 1869.
(³) *Liebigs Annalen*, t. CLXXVIII, p. 171.
(⁴) *Berichte*, t. XI, p, 1907; 1878.

est séparé par filtration rapide, car le liquide se colore rapidement, lavé, puis les liquides réunis sont évaporés au bain-marie, à pression réduite, jusqu'à consistance sirupeuse. On verse le liquide dans un cristallisoir et on le met dans le vide sec. Le cristallisoir ne tarde pas à être envahi par une bouillie cristalline qui se rassemble en forme de choux-fleurs. Les eaux mères, séparées à la trompe, peuvent fournir de nouvelles cristallisations. La masse plus ou moins colorée est soumise à cinq ou six cristallisations successives dans l'eau, et l'on finit par obtenir un produit presque entièrement blanc et qui se conserve tel à l'état solide.

» Si au lieu d'effectuer la cristallisation de ce sel de chaux, à froid, on évapore la solution en sirop épais et qu'on laisse cristalliser par refroidissement, ou si simplement on maintient la solution dans une étuve à 30°-35°, on obtient deux sortes de cristaux; la bouillie précédente est mélangée d'une plus ou moins grande proportion de cristaux assez volumineux, jaunâtres, en forme de tables rectangulaires.

» D'ailleurs, ces deux sels sont transformables l'un dans l'autre. Le sel en petits cristaux se transforme à chaud, à 30°-35°, en un mélange de gros et de petits cristaux. Inversement, le sel en gros cristaux, évaporé à froid, donne uniquement des petits cristaux.

» Aux températures moyennes, on a toujours un mélange des deux sortes de sels, en proportion variable avec la température. Il y a d'autant plus de gros cristaux que la température à laquelle s'effectue la cristallisation est plus élevée; pour avoir presque uniquement des gros cristaux, il faut pousser l'évaporation jusqu'à commencement de cristallisation et laisser prendre en masse. Lorsque la cristallisation a lieu à une température moyenne, les gros cristaux se déposent les premiers.

» Ces gros et ces petits cristaux constituent tous les deux le sel de chaux d'un acide pyrogallol-monosulfonique. Les deux substances séchées à 110° correspondent à la formule :

$$\left(C^6H^2 \begin{matrix} /OH \\ -OH \\ -OH \\ \backslash SO^3 \end{matrix} \right)^2 = Ca.$$

Théorie....................	Ca : 8,88 %	et	S : 14,22 %
Moyenne des résultats trouvés.	Ca : 8,5 %	et	S : 14,01 % (sel gros)
»	Ca : 8,7 %	et	S : 13,7 % (sel fin)

Ces nombres se rapprochent d'une façon suffisante de la théorie, étant donné que les substances se colorent toujours à l'étuve. Le sel de chaux en cristaux fins et le sel de chaux en gros cristaux sont deux hydrates différents. Le sel en gros cristaux est un hydrate à 4 molécules d'eau, et le sel fin à 5 molécules :

		Théorie.	Trouvé.
Sel gros.....	$[C^6H^2(OH)^3SO^3]^2Ca + 4H^2O$	13,7 % H^2O	13,8 %
Sel fin.......	$[C^6H^2(OH)^3SO^3]$ $Ca + 5H^2O$	16,6 % H^2O	16,7 %

Ces deux sels sont très solubles dans l'eau, mais ne sont ni déliquescents, ni efflorescents.

» Si l'on opère la saturation de l'acide par le carbonate de baryte à froid, on obtient dans les mêmes conditions un sel de baryum sous forme de bouillie cristalline. Au bout de deux ou trois cristallisations dans l'eau, on arrive à obtenir une poudre blanc jaunâtre très soluble dans l'eau et cristallisant avec 2 molécules d'eau : $[C^6H^2(OH)^3SO^3]^2Ba + 2H^2O$.

Calculé.......	S = 11,7 %	Ba = 25,04 %	H^2O = 6,17 %
Trouvé.......	S = 11,49 %	Ba = 25,7 %	H^2O = 6,7 %

» En effectuant une double décomposition entre le sel de baryte ou de chaux et des sulfates neutres de potassium, sodium, ammonium, on obtient les pyrogallol-monosulfonates de potassium, sodium et ammonium. Ce sont des sels bien définis, en cristaux assez volumineux et que l'on obtient déjà presque purs après deux ou trois cristallisations.

» Les phénomènes sont différents quand, au lieu de saturer l'acide brut par du carbonate de chaux à froid, on opère cette saturation à l'ébullition. La quantité de carbonate de chaux dissoute est beaucoup plus considérable et la matière se colore beaucoup plus facilement à l'air, en bleu, en vert ou en brun.

» On sature jusqu'à cessation de l'effervescence, puis on filtre très rapidement à la trompe et l'on évapore au bain-marie à pression réduite. Vers le milieu de l'opération, il se précipite une substance blanc jaunâtre en fines paillettes chatoyantes. On sépare ce corps par filtration et l'on achève comme il est dit plus haut pour obtenir une cristallisation de pyrogallol-monosulfate de chaux.

» La substance filtrée est lavée avec un peu d'eau froide et séchée. Elle est blanc grisâtre. Il n'est malheureusement pas possible de la purifier, car elle est insoluble dans l'eau froide, et quand on cherche à faire bouillir le liquide, elle se dissout lentement en donnant au contact de l'air une solution violette qui passe ensuite au brun et d'où il n'est plus possible d'extraire la substance initiale. Cette teinture est décolorée par les acides et précipite abondamment par l'acide oxalique et l'acide sulfurique.

» Étant donné que cette substance ne peut être purifiée davantage, les nombres donnés par l'analyse la rapprochent de la composition suivante :

$$\left[(OH)^2 = C^6H^2 \begin{matrix} \diagup O \frac{Ca}{2} \\ \diagdown SO^3 \end{matrix}\right]^2 Ca + 2H^2O,$$

ou

$$(OH)^2 = C^6H^2 \begin{matrix} \diagup O - Ca - O \diagdown \\ \diagdown SO^3 - Ca - SO^3 \diagup \end{matrix} C^6H^2 = (OH)^2 + 2H^2O;$$

Calculé......	$S=13,1$ %	$Ca=16,3$ %	$H^2O=6,87$ %
Trouvé......	$S=13,0$ %	$Ca=15,5$ %	$H^2O=6,3$ %

» C'est un pyrogallol-monosulfonate de chaux dans lequel une des fonctions phénoliques est saturée par de la chaux.

» Il n'est pas possible de saturer à chaud par le carbonate de baryte, car la matière se colore instantanément à l'air en jaune ou en violet.

» La teneur en chaux de ces différents composés a été déterminée en brûlant la substance dans une capsule de platine, ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique et pesant à l'état de sulfate de chaux.

» Pour déterminer le soufre, on peut employer la méthode de M. Personne, brûler dans l'oxygène et recevoir les vapeurs dans le permanganate, puis doser l'acide sulfurique du résidu fixe et celui du permanganate; mais un procédé beaucoup plus simple et qui, dans le cas présent, a donné d'excellents résultats, consiste à traiter la substance par quelques gouttes d'acide nitrique concentré. Il y a une réaction violente dans laquelle le soufre est séparé, soit à l'état de sulfate de chaux, soit à l'état d'acide sulfurique. On dissout le tout dans l'eau et l'acide chlorhydrique, puis on précipite par le chlorure de baryum; on a soin d'évaporer à sec les eaux mères et de précipiter de nouveau. Avec le sel de baryte, il se produit du sulfate de baryte, on précipite le reste de l'acide sulfurique par un excès de solution barytique et l'on filtre le tout ensemble. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les dextrines de saccharification* (1). Note de M. P. Petit.

« Nous avons préparé les dextrines qui se forment dans la saccharification d'un empois de fécules à 50°, 60°, 70°, l'action étant arrêtée par un chauffage rapide dès que l'iode cessait de donner une coloration.

» On préparait l'empois à l'ébullition et l'on utilisait 1gr,5 de diastase précipitée par 100gr de fécule. Après fermentation à 25° du liquide convenablement concentré, on évaporait jusqu'à sirop; puis celui-ci était versé dans une grande quantité d'alcool à 96°. Le précipité essoré vivement, lavé à l'alcool absolu et à l'éther anhydre, était séché dans le vide, puis à 160°. Nous désignerons par Δ_{50}, Δ_{60}, Δ_{70} les trois substances ainsi obtenues. Elles fournissent comme constantes :

	Δ_{50}.	Δ_{60}.	Δ_{70}.
Pouvoir réducteur en maltose ..	16,4 %	16,7 %	15,5 %
Glucose équivalent	98,8 %	99,0 %	99,4 %
α_D........................	162,5 %	199,8 %	190,5 %

(1) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

» Ces corps sont soumis à une série d'épuisements par l'alcool absolu bouillant, dans un appareil Soxhlet, et en évitant toute rentrée d'air humide : le pouvoir réducteur s'abaisse, tandis que l'équivalent en glucose et le pouvoir rotatoire s'élèvent. Après dix jours d'épuisement et séchage à 105°, on obtient :

	Δ_{50}.	Δ_{60}.	Δ_{70}.
Pouvoir réducteur	11,8 %	11,2 %	16,3 %
Glucose équivalent	103,5 %	103,0 %	103,1 %
α_D	183°	185°	197°

» Les deux corps Δ_{50} et Δ_{60} paraissent donc très peu différents, sinon identiques, tandis que Δ_{70} s'en sépare nettement. On a pu amener, au bout de trente jours, Δ_{50} et Δ_{60} à ne plus avoir qu'un pouvoir réducteur de 9,6 pour 100, mais il a été impossible de descendre au-dessous de ce chiffre, quelle que fût la durée de l'épuisement. Au contraire, Δ_{70} perd très peu de son pouvoir réducteur.

» On a soumis ces corps à l'essai cryoscopique et l'on a obtenu dans leur détermination, comme valeurs du poids moléculaire :

	I.	II.
Δ_{50}	1078	1113
Δ_{60}	1309	1311
Δ_{70}	692	754

» Bien que l'on ne puisse, comme on sait, tirer de cette détermination des conclusions certaines pour la grandeur de la molécule de ces corps, nous noterons cependant que ces nombres sont très inférieurs à ceux que l'on indique généralement pour les dextrines de saccharification.

» Nous avons essayé l'action de la diastase précipitée sur ces dextrines, en employant des échantillons de la même diastase, mais conservés dans des conditions différentes et plus ou moins anciennes.

» D'abord on fait réagir pendant une heure exactement 1^{cgr} de diastase préparée depuis une année et conservée à l'obscurité et au froid, sur chacune des dextrines, en variant les températures. On trouve ainsi, entre autres résultats, comme pouvoir réducteur en maltose :

	Δ_{50}.	Δ_{60}.	Δ_{70}.
Initial	11,1 %	11,3 %	15,3 %
A 50°	32,5 %	39,0 %	100,4 %
A 70°	26,4 %	29,2 %	53,5 %

» Mais pour l'action à 50° on constate la formation de glucose, à l'aide de la glucosazone; elle est surtout importante pour Δ_{70}. On vérifie d'ailleurs que la même diastase invertit une solution de maltose pur dans les mêmes conditions.

» D'autre part, on opère avec une diastase âgée de deux ans environ et conservée à une température de 25° à 30°; le pouvoir réducteur est déterminé après trente minutes, une heure, vingt-quatre heures à 50°, puis chaque vingt-quatre heures en ajoutant

une proportion égale de diastase, après chaque période de vingt-quatre heures. On a alors :

	0h.	30m.	1h.	24h.	48h.	72h.	120h.
Δ_{70}...	15,6 %	46,3 %	50,8 %	65,8 %	72,1 %	72,3 %	72,8 %
Δ_{60}...	10,7 %	15,2 %	18,7 %	43,5 %	44,0 %	44,1 %	44,2 %

» L'action est ici très différente, mais la diastase employée n'invertit pas le maltose pur. La préparation de l'osazone pur ne donne pas de resultats nets, mais on peut montrer indirectement, au moins pour Δ_{70} qu'il s'est formé une petite quantité de glucose, et celui-ci provient de Δ_{70} même, et non d'une action secondaire. En effet, si l'on dose la dextrine brute pour Δ_{70}, d'abord initialement, ensuite après fermentation de la solution saccharifiée cent vingt heures, on trouve respectivement 77,1 pour 100 et 23,7 pour 100, c'est-à-dire que 53,4 pour 100 en dextrine ont été saccharifiés, tandis que la même proportion de matière saccharifiée, exprimée en maltose, est de 57,2 pour 100. En assignant au glucose un pouvoir réducteur de 1,74, celui du maltose étant 1, on a concordance, en admettant que 53,3 de la matière ont été saccharifiés, savoir : 5,2 pour 100 en glucose et 48,7 pour 100 en maltose. Ce nombre 1,74 est déduit de très nombreuses déterminations que nous avons faites sur des mélanges de glucose et de maltose purs. Le corps Δ_{70} donne donc partiellement du glucose par l'action de notre diastase à 50°.

» Enfin, on fait agir sur Δ_{70} et à 50°, une diastase précipitée, n'ayant qu'un mois et conservée à 25°-30°; on trouve qu'après quarante-trois heures le pouvoir réducteur a passé de 15,6 pour 100 à 87,5 pour 100. Il ne s'est pas formé de glucose, car la déviation observée au polarimètre est de 5,30, et, en admettant pour le maltose 138,5 et, pour la dextrine déduite de l'équivalent en glucose, le nombre 203 déduit de l'analyse de la dextrine initiale, on trouve comme polarisation calculée 5,33, identique à 5,30 trouvé.

» Par conséquent, les résultats sont tout à fait divergents, comme nombres et comme composition, suivant l'âge de la diastase et les conditions dans lesquelles cette substance a été conservée. On peut trouver, comme produit de saccharification secondaire, du maltose seul, mais en proportions variables, en utilisant les mêmes quantités relatives de dextrine Δ et de diastase, ou bien du maltose et du glucose; ce dernier peut provenir soit de l'inversion secondaire du maltose formé, soit de la saccharification directe de la dextrine. On ne peut donc attribuer aucune importance aux résultats de l'action d'une diastase sur les dextrines de saccharification ou sur les moûts, puisque nous ne connaissons aucune manière de définir chimiquement la diastase utilisée. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi du bioxyde de sodium pour assainir les puits envahis par l'acide carbonique.* Extrait d'une Lettre de M. E. Derennes à M. Bouchard.

« A l'occasion de la présentation, que vous avez faite à l'Académie, d'un appareil imaginé par MM. Desgrez et Balthazard qui permet de rendre indéfiniment respirable un volume restreint d'air confiné, en produisant, par l'emploi du bioxyde de sodium, l'absorption de l'acide carbonique et son remplacement par un égal volume d'oxygène, je prends la liberté de vous signaler une application à laquelle j'ai songé, depuis longtemps déjà, du bioxyde de sodium à l'assainissement des puits envahis par l'acide carbonique.

» Cette invasion est extrêmement fréquente. La pratique montre que les ventilateurs donnent des résultats satisfaisants; mais ils exigent une installation spéciale et l'emploi d'une force motrice. On fait également usage de tuyaux ou de buses en bois, à l'intérieur desquels on descend un petit foyer pour provoquer le renouvellement de l'air, etc. Ces divers moyens réussissent d'ailleurs toujours, parce que l'air vicié, qui s'accumule peu à peu au fond des puits, ne se renouvelle que très lentement quand on l'a extrait.

» On a aussi recours à l'emploi d'un lait de chaux, qui absorbe en très peu de temps l'acide carbonique. Mais le plus souvent l'air vicié qui remplit un puits est un mélange d'acide carbonique et d'azote, représentant de l'air dans lequel l'oxygène est remplacé par un égal volume d'acide carbonique. On absorbe l'acide carbonique par la chaux; il reste de l'azote. La solution paraît donc incomplète.

» Maintenant qu'on connaît les propriétés du bioxyde de sodium, devenu produit industriel, il semble que l'emploi de ce corps résout complètement le problème. L'acide carbonique est absorbé; *il est remplacé par un volume égal d'oxygène;* l'air reprend sa composition normale. La seule objection qu'on puisse faire, c'est la difficulté d'avoir partout, en approvisionnement, un produit tel que le bioxyde de sodium. . . . Peut-être y aurait-il lieu d'examiner si l'on ne pourrait pas prescrire le bioxyde de sodium dans le matériel de sauvetage des sapeurs-pompiers. »

M. **Garcia-Sampredo** adresse une Note relative à un « Nouveau télégraphe imprimeur, tendant à remplacer avec économie le service de correspondance ordinaire par le service télégraphique, et à faire produire à la ligne le maximum de rendement » (¹).

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 juillet 1900.

Traité d'Astronomie stellaire, 2e Partie : *étoiles doubles et multiples; amas stellaires*, par Ch. André, Directeur de l'observatoire de Lyon, Tome II, Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Observaciones morfològicas y estadìsticas sobre algunas anomalìas de Digitalis purpurea L., par Angel Gallardo. Buenos Aires, Juan A. Alsina, 1900; une brochure in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

The American Ephemeris and nautical Almanac for the year 1903. Washington, Bureau of equipment, 1900; 1 vol. in-8°.

Anuario del observatorio astronòmico de Santiago de Chile, publicado por A. Obrecht, tomo segundo. Santiago de Chile, imprenta Cervantes, 1900; 1 vol. in-8°.

Seccion de meteorolojìa, años 1888 a 1891 inclusive. Santiago de Chile, imprenta Cervantes, 1899; 1 vol. in-8°.

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice, pendant l'année 1898. Résumé par R. Gautier. Genève, Ch. Eggimann et Cie, 1900; une brochure in-8°.

All' astronomo G.-V. Schiaparelli, Omaggio. 30 guigno 1860-30 guigno 1900. Milano; Stab. Menotti Bassani e Ca, une brochure in-4°.

(¹) Cette Note, écrite en espagnol, était parvenue à l'Académie dans la séance du 6 août.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 AOUT 1900.

Charles Gerhardt, sa vie, sa correspondance (1816-1856), par ED. GRIMAUX, Membre de l'Institut, et CH. GERHARDT, Ingénieur. Paris, Masson et Cie, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Léauté.)

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre, t. XXVIII à XXXV. Paris, Vve Rozier; 8 vol. in-8°.

Service géographique de l'Armée. Notice sur les objets exposés (Instruments et Cartes). Paris, imp. du Service géographique de l'Armée, 1900; une brochure in-8°.

Service géographique de l'Armée. Rapport sur les travaux exécutés en 1899. Paris, imp. du Service géographique de l'Armée, 1900; une brochure in-8°.

Yearbook of the United States Department of Agriculture, 1899. Washington, Government printing office, 1900; 1 vol. in-8°.

General Report on the work carried on by the Geological Survey of India, 1899. Calcutta, Government printing, India, 1900; 1 vol. in-8°.

Ableitung der Declinationen und Eigenbewegungen der Sterne für den internationalen Breitendienst, von Dr FRITZ COHN. Berlin, Verlag von Georg Reimer, 1900; 1 vol. in-4°.

Das Fluor und seine Verbindungen, von HENRI MOISSAN. Autorisierte deutsche Ausgabe übersetzt von Dr THEODOR ZETTEL. Berlin, Verlag von M. Krayn, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 AOUT 1900.

Service géographique de l'Armée. Notice descriptive et statistique du Tche-Li. Paris, imp. du Service géographique de l'Armée; une brochure in-8°, avec Carte.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1899-1900; 5e série, t. XVII. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1900; 1 vol. in-8°.

Recueil des Notices et Mémoires de la Société archéologique du département de Constantine; 4e série, vol. XXXIII, 1899. Paris, J. Aubré et Cie, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; t. XIV, 11e livraison, 1900. Saint-Étienne, au siège de la Société.

Port-d'Albert : L'Adour ancien et le littoral des Landes, par B. SAINT-JOURS. Perpignan, Charles Latrobe, 1900; 1 vol. in-8°.

Collection de Minéralogie du Muséum d'Histoire naturelle; Guide du visiteur, deuxième édition. Paris, laboratoire de Minéralogie, 1900; 1 vol. in-8°.

Annales de l'observatoire physique central, publiées par M. RYKATCHEW, année 1897, 1re et 2e Parties. Saint-Pétersbourg, imp. de l'Académie impériale des Sciences, 1898; 2 vol. in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 8e série, classe physico-mathématique. Vol. V, nos 8 et 12; vol. VI, nos 1, 3, 4, 8 et 12; vol. VII, nos 2 et 3. Saint-Pétersbourg, J. Glasounof, 1898; 9 fasc. in-4°.

Verhandlungen russisch-kaiserlichen, mineralogischen Gesellschaft. Zweite Serie, Bd XXXV, L. 1, 2; Bd XXXVI, L. 1. Buchhandlung Eggers und Cie, Saint-Pétersbourg, 1899; 3 vol. in-8°.

Materialien zur Geologie Russlands. Band XIX (mit 9 Tafeln). Buchhandlung Eggers und Cie, Saint-Pétersbourg, 1899; 1 vol. in-8°.

La provincia di Verona ed i suoi vini. Ing. GIO.-BATTISTA PEREZ, M. E. Verona, G. Franchini, 1900; une brochure in-8°.

Marmi, pietre e terre coloranti della provincia di Verona. Memoria di ENRICO NICOLIS, M. E. Verona, G. Franchini, 1900; une brochure in-8°.

The scientific and literary Works of Dr T.-L. Phipson, F. C. S., with a short biographical Notice, by C.-J. BOUVERIE. London, Wertheimer, Lea and Co, 1884; une brochure in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. Dr W. VAN BEMMELEN. Tiende serie, deel III. Batavia, G. Kolff et Cie, 1900; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 AOUT 1900.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1898-1899. Rouen, imp. Cagniard, et Paris, A. Picard, 1900; 1 vol. in-8°.

Sept opuscules sur la Géologie, de MM. LOHEST et H. FORIR. Liége, 1900. (Hommage des Auteurs.)

Emploi des filtres de pierre, système Kurka, breveté, pour la filtration en grand. Francfort-sur-le-Mein, 1900; 1 fasc. petit in-4°.

Die Triangulation von Java, ausgeführt vom Personal des geographischen Dienstes in niederländisch Ost-Indien. Sechste und letzte Abtheilung. Unter Mitwirkung von M.-L.-J. VAN ASPEREN, bearbeitet von Dr J.-A.-C. OUDEMANS.

Haarlem, Martinus Nijhoff, 1900; 1 vol. gr. in-4°. (Im Namen der Niederländischen Regierung angeboten vom Verfasser.)

Annales du Musée du Congo : Botanique; série II, t. I, fasc. 2. Bruxelles, Charles Van de Weghe, 1900; 1 fasc. petit in-f°.

Royal Society. Further Reports to the Malaria Committee, 1900, by S.-R. CHRISTOPHERS and J.-W.-W. STEPHENS. London, Harrison and Sons, 1900; 1 fasc. in-8°.

Censo general de la Republica Mexicana, verificado el 20 *de Octubre* 1895. *Resumen del censo de la Republica.* Mexico, 1899; 1 vol. in-4°.

Boletin demografico de la Republica Mexicana, 1898; ano III, num. 3. Mexico, 1899; 1 vol. in-4°.

Boletin mensual del observatorio meteorologico del Estado de Oxaca; t. IV, numeros 1 y 2, marzo y abril de 1900. Oxaca de Juarez, 1900; 1 fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AOUT 1900,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXIX des *Comptes rendus* (2e semestre 1899), et le Volume de la Table générale des Tomes XCII à CXXI (1881 à 1895), sont en distribution au Secrétariat.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'or égyptien*, par M. **Berthelot**.

« Dans les plus anciens temps, on exploitait directement l'or natif, recueilli dans les alluvions, lequel est ordinairement allié avec une certaine dose d'argent. Quand cette dose surpasse quelques centièmes, l'or présente une teinte blanchâtre : il prenait alors le nom d'*electrum*, ou *asem* chez les Égyptiens. C'est à une époque beaucoup plus récente que l'on apprit à séparer l'argent de l'or et à obtenir ce dernier métal dans l'état

de pureté. En Lydie, là où furent fabriquées les premières monnaies, cette époque peut être fixée d'après l'analyse des échantillons de ces monnaies conservés dans les musées. C'est l'époque de Crésus : les monnaies antérieures aux Creséides sont alliées d'argent. Le procédé employé pour séparer l'or de l'argent est d'ailleurs décrit dans Pline : c'est la cémentation par voie sèche du métal en feuilles, stratifié avec un mélange de chlorure de sodium et de sulfate de fer. L'argent redissous est éliminé à l'état de chlorure double : l'or reste. Ce procédé a été employé dans l'antiquité et pendant tout le moyen âge, jusqu'au commencement du XVI[e] siècle, époque à laquelle les hôtels des monnaies commencèrent à opérer la séparation des deux métaux par voie humide, suivant des procédés encore usités de notre temps et dont la description est donnée pour la première fois dans des écrits datés du milieu du XIV[e] siècle.

» Il résulte de la connaissance de ces faits que l'on peut, jusqu'à un certain point, tirer argument de la présence ou de l'absence de l'argent dans un échantillon pour en établir la date relative : les échantillons les plus anciens contiennent de l'argent; les échantillons purs sont d'ordinaire plus modernes : sous cette réserve, cependant, qu'il existe dans la nature certains minerais d'or, exempts d'argent, beaucoup plus rares à la vérité.

» J'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à contrôler ces inductions par l'analyse d'échantillons bien datés, tirés des tombeaux égyptiens : les feuilles d'or qui entourent certaines momies sont particulièrement indiquées pour une semblable recherche. Mon ami et Confrère M. Maspero, actuellement directeur du Musée des Antiquités en Égypte, a bien voulu me fournir quelques échantillons convenables. Le nombre en est malheureusement trop limité jusqu'ici pour permettre de préciser rigoureusement la date vers laquelle l'or a commencé à être purifié complètement d'argent. Aussi, je donne les analyses suivantes surtout à titre d'indication :

1. — *Feuilles d'or, de la* VI[e] *dynastie.*

Or	92,3	92,2
Argent	3,2	3,9
	95,5	96,1
Matières organiques, etc.	4,5	3,9

» Absence d'étain, de plomb, de cuivre, etc. Fer en proportion presque insensible.

2. — *Feuilles d'or, de la* XIIe *dynastie.*

Or	90,5	90,0
Argent	4,5	»
	95,0	
Matières organiques, etc.	5,0	

» Pas d'autre métal en proportion sensible.

3. — *Feuilles d'or, de l'époque persane.*

Or	99,8

» On voit que le seul or pur est celui de l'époque persane, c'est-à-dire de l'époque où l'on connaissait en Orient l'art de séparer l'or de l'argent. Mais l'intervalle entre les deux dernières analyses se rapportant à une dizaine de siècles, il sera utile d'établir des termes de comparaison intermédiaires. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1900 *b* (*Borrelly-Brooks,* 23-24 *juillet* 1900), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par MM.* **G. Rayet** *et* **A. Féraud.**

Comète 1900 *b*.

Dates. 1900.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔΨ comète.	Nombre de compar.	Observateurs.
		h m s	m s	′ ″		
Juillet 29	1	20. 7.40,65	−2. 4,27	− 2.23,58	8	A. Féraud
30	2	21. 5.40,46	+3.26,63	− 0. 6,80	10	A. Féraud
31	3	21.13.53,52	−2.35,76	+ 5.59,47	5	G. Rayet
31	3	21.37.35,41	−2.34,51	+ 2.41,36	5	G. Rayet
Août 2	4	20.18. 7,80	−2. 7,88	+ 0.14,61	8	A. Féraud
8	5	21.22.15,73	−4.36,27	+ 2.41,50	5	G. Rayet
8	5	21.57.59,66	−4.32,08	− 1.11,34	5	G. Rayet
10	6	20.27. 8,53	−2.21,53	− 0.53,97	5	G. Rayet
10	6	20.58.12,46	−2.16,73	− 3.59,72	5	G. Rayet
12	7	20.37. 6,41	+2.31,61	+ 4.15,27	5	G. Rayet
12	7	21. 6. 7,08	+2.37,25	+ 1.37,30	5	G. Rayet
13	8	20.40.26,16	−8.58,92	+ 0.31,62	4	G. Rayet
13	8	21.31.19,64	−8.47,14	− 3.51,00	4	G. Rayet

Dates. 1900.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔP comète.	Nombre de compar.	Observateurs.
		h m s	m s			
Août 14.....	9	20.54.46,88	−9.58,36	+ 5′.21″,39	4	G. Rayet
14.....	9	21.49.36,69	−9.43,26	+ 0.52,15	4	G. Rayet
15.....	10	21.12. 6,97	+8. 2,27	+ 4.57,56	3	G. Rayet
15.....	10	21.51.10,31	+8.14,74	+ 2. 0,11	3	G. Rayet
16.....	11	20.50.21,82	+1.15,21	− 0. 3,50	5	G. Rayet
16.....	11	21.26. 7,94	+1.28,80	− 2.39,66	5	G. Rayet
18.....	12	21.20.16,49	+5.20,87	− 1.11,73	4	G. Rayet
18.....	12	22. 5.12,58	+5.46,70	− 4. 2,72	4	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1900,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1...	½ [Weisse₂ H. II, 1178, 79, 80. — A.G.Z. Cambridge, 1523]......................	h m s 2.51.45,14	s + 3,16	60°.44′.22″,22	″ − 5,68
2...	½ [Paris 3517. — Leyde. Zone 236 et 394].	2.47.34,80	+ 3,28	57.29.26,19	− 4,96
3...	⅓ [Weisse₂ H. II, 1252. — Paris 3646. — A.G.Z. Lund]......................	2.55. 0,05	+ 3,24	54.16.43,68	− 6,26
4...	½ [Weisse₂ H. II, 1305.—A.G.Z. Bonn 2588]	2.57.32,72	+ 3,58	48.21.24,79	− 7,75
5...	A.G.Z. Helsingfors-Gotha 2922.....	3.13.15,77	+ 3,51	31.11.42,80	+ 3,64
6...	A.G.Z. Helsingfors-Gotha 2970..........	3.17.24,80	+ 3,96	26.24.58,07	+ 4,95
7...	A.-G.-Z. Christiania, 591.	3.20.52,87	+ 5,58	21.48.10,77	+ 5,96
8...	½ [A.-O₁, 4027,28. — A.-G.-Z., Christiania 627].............................	3.37.29,45	+ 5,48	19.45.55,10	+ 4,70
9...	A.-O₁, 4163	3.44.27,12	+ 6,18	17.40.33,10	+ 8,51
10...	⅓ [Groombridge, 710. — A.-O₁, 3955. — Rad₁, 1020]......................	3.33.28,67	+ 6,83	15.46.44,20	+ 8,07
11...	1/34 [Fédor. 606.—2 Groomb., 745.—2 Rad₁., 1080. — 4 B.-B. VI., 75°-154.— 5 Kazan 586. — 10 Pulk₂, 885. — 10 Berlin]. $\mu_\alpha = +0^s,0879$ $\mu_\delta = -0'',521$]........	3.48.23,94	+ 7,27	14. 6.53,60	+ 9,71
12...	½ [A.-O₁, 4493. — Kazan, 658]...........	4.16.44,02	+ 8,47	10.51.58,00	+11,23

Positions apparentes de la comète 1900 *b*.

Dates. 1900.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Juill. 29.......	11.39. 1,9	2.49.44,03	−1̄,679	60°.41′.53″,0	−0,774
30.......	12.32.56,4	2.51. 4,71	−1̄,699	57.29.14,4	−0,703
31.......	12.37.12,2	2.52.27,53	−1̄,715	54.22.36,8	−0,685
31.......	13. 0.50,2	2.52.28,78	−1̄,707	54.19.18,7	−0,642

Dates. 1900.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 2.......	11.33.43,5	2.55.38,42	$-\bar{1}$,747	48.21.31,7	−0,729
8.......	12.14. 5,7	3. 8.43,01	$-\bar{1}$,917	31.14.27,9	−0,465
8.......	12.49.43,8	3. 8.47,20	$-\bar{1}$,901	31.10.35,1	−0,319
10.......	11.11.15,7	3.15. 7,23	$-\bar{1}$,968	26.24. 9,1	−0,597
10.......	11.42.13,6	3.15.12,03	$-\bar{1}$,977	26.21. 3,3	−0,505
12.......	11.13.20,1	3.23.30,05	−0,045	21.52.32,0	−0,545
12.......	11.42.16,0	3.23.35,70	−0,054	21.49.54,0	−0,443
13.......	11.12.43,4	3.28.36,01	−0,086	19.46.31,4	−0,526
13.......	12. 3.28,6	3.28.47,79	−0,097	19.42. 8,8	−0,310
14.......	11.23. 5,9	3.34.34,94	−0,134	17.46. 3,0	−0,470
14.......	12.17.46,7	3.34.50,04	−0,142	17.41.33,8	−0,179
15.......	11.36.27,2	3.41.37,77	−0,185	15.51.49,8	−0,396
15.......	12.15.24,2	3.41.50,24	−0,189	15.48.52,4	−0,164
16.......	11.10.49,7	3.49.46,42	−0,223	14. 6.59,8	−0,491
16.......	11.46.30,0	3.50. 0,01	−0,237	14. 4.23,7	−0,334
18.......	11.32.47,7	4.12.13,36	−0,339	10.50.57,8	−0,410
18.......	12.17.36,4	4.12.39,19	−0,137	10.48. 6,5	−0,137

» Juillet 31. — Le noyau de la comète paraît être de 9ᵉ ou de 10ᵉ grandeur; très net vers la tête, il s'estompe vers la queue, ce qui lui donne une apparence allongée. La tête, d'un diamètre de 3′ à 4′ d'arc, se prolonge par une queue, légèrement plus étroite, visible jusqu'à 10′ ou 12′ de distance.

» Août 18. — La Lune n'est pas levée, le ciel est très beau. Le noyau de la comète a toujours sa forme allongée. Le diamètre de la tête est d'environ 3′ d'arc. La queue, placée dans la direction du mouvement diurne, est visible sur une longueur de près de 10′. »

MÉMOIRES LUS.

M. E. Vidal donne lecture d'un Mémoire intitulé : « L'artillerie agricole contre les orages, la grêle et les sauterelles ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un « Traité théorique et pratique d'électrochimie », par M. *Adolphe Minet*.

ASTRONOMIE. — *Demi-diamètre apparent du Soleil et position relative de la Lune, déduits de l'éclipse du 28 mai 1900.* Note de MM. **Ch. André** et **Ph. Lagrula**, présentée par M. Mascart.

« Nous donnons ici les résultats définitifs de la discussion des observations faites à l'observatoire de Lyon lors de l'éclipse partielle de Soleil du 28 mai 1900. Outre les données qui ont déjà été indiquées ([1]), nous disposons de trois séries d'angles de position de la corde commune, dont deux mesurés en même temps que les flèches par M. Guillaume (J. G.) sur l'image projetée, et une faite directement vers le milieu de l'éclipse par M. Le Cadet (L. C.).

» Chacune des observations fournit une équation de condition entre les éléments ou les positions adoptées pour les deux astres et des quantités connues; et les équations traitées par les moindres carrés, séparément pour chacun des ordres de mesures, conduisent aux résultats consignés dans le Tableau suivant [la lettre (L) y désigne M. Luizet], où les corrections se rapportent aux positions données par la *Connaissance des Temps* et aux demi-diamètres moyens : Lune (r_0) 15′32″83, que nous considérons comme exact (Kützner et Battermann); Soleil (R_0) 15′59″63 (Auwers) :

Angle de position.	$\Delta\delta_{☾-\odot}$	$= +0'',58 + 0,597$	$\Delta\pi''_0$	$\pm 0,67$		
Angle de position.	$\Delta\alpha_{☾-\odot}$	$= +1'',59 + 0,720$	$\Delta\pi''_0$	$\pm 0'',34$	$p = 2,5$	Erreur de l'unité de poids $= \pm 0'',54$.
Flèches (J. G.)...	»	$= +1,21 + 0,674$	»	$\pm 0,42$	$p = 1,7$	
Contacts (J. G.)..	»	$= +1,46 + 0,666$	»	$\pm 0,54$	$p = 1,0$	
» (L. C.)..	»	$= +0,72 + 0,666$	»	$\pm 0,54$	$p = 1,0$	
» (L.)....	»	$= +0,84 + 0,666$	»	$\pm 0,54$	$p = 1,0$	
Ensemble........	$\Delta\alpha_{☾-\odot}$	$= +1,30 + 0,688$	»	$\pm 0,20$	$p = 7,2$	
Flèches (J. G.)...	ΔR_0	$= -0,19 - 0,786$	$\Delta r''_0$	$\pm 0,37$	$p = 1,9$	Erreur de l'unité de poids $= \pm 0'',51$.
Contacts (J. G.)..	»	$= -0,76 - 1,025$	»	$\pm 0,51$	$p = 1,0$	
» (L. C.)..	»	$= -0,36 - 1,025$	»	$\pm 0,51$	$p = 1,0$	
» (L.).....	»	$= +0,11 - 1,025$	»	$\pm 0,51$	$p = 1,0$	
Ensemble........	»	$= -0,13 - 0,932$	»	$\pm 0,23$	$p = 4,9$	

([1]) Ch. André, *Sur l'observation de l'éclipse partielle de Soleil du 28 mai 1900 à l'observatoire de Lyon* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1527).

» La combinaison pondérée de l'ensemble de ces déterminations conduit aux valeurs suivantes :

» *Position de la Lune,* le 28 mai 1900, à $4^h 2^m$, temps moyen de Paris :

$$\alpha_☾ \text{ conclue} = \alpha_☾ \text{CT} + \text{Corr. de Newcomb} + 0^s{,}087 \pm 0^s{,}013 + \left[\Delta\alpha^s_\odot + 0^s{,}046\,\Delta\pi''_0\right]$$
$$\delta_☾ \text{ conclue} = \delta_☾ \text{CT} + \text{Corr. de Newcomb} + 0'',58 \pm 0'',67 + \left[\Delta\delta''_\odot + 0'',597\,\Delta\pi''_0\right]$$

Demi-diamètre moyen du ⊙ conclu : $R_0 = 15'59'',50 \pm 0,23 - [0,932\,\Delta r_0]$.

» On a donc ainsi : 1° une position relative très précise de la Lune, à une période où notre satellite échappe à tout autre procédé de mesure; 2° une valeur du demi-diamètre apparent du Soleil peu différente ($-0'',13$) de celle qu'Auwers a déduite de 2849 mesures héliométriques et que lui-même estimait ne pouvoir être que trop forte.

» Mais ce mode de combinaison global de toutes les observations donne lieu à quelques remarques.

» Par l'effet de la *diffraction* les diamètres apparents observés du Soleil surpassent en général son diamètre apparent réel, tel que le donnent les lois de l'Optique géométrique; mais cet agrandissement, toutes choses égales d'ailleurs, diminue à mesure que diminue l'intensité lumineuse de l'image observée et devient négligeable lorsque cette intensité est suffisamment faible : c'est ce qui arrive certainement pour l'image projetée sur un écran, tandis qu'au contraire il est, semble-t-il, encore sensible dans les observations directes.

» M. Auwers (*Astronomische Nachrichten,* n° 3068) indique une seconde cause d'agrandissement du diamètre solaire, l'*irradiation;* mais pareille influence sur les mesures telles que celles qui nous occupent n'a jamais été démontrée expérimentalement, et de plus, en admettant même qu'il y ait quelque effet de ce genre dans les mesures directes, il n'y en a certainement pas dans les mesures faites par projection.

» Il semble donc que le diamètre apparent déduit de la dernière observation doit se rapprocher plus que tout autre du diamètre réel.

» A ces considérations théoriques s'en ajoutent d'autres, non moins importantes, tirées des observations elles-mêmes. Tout d'abord, le sens négatif des deux corrections au demi-diamètre provenant des projections s'accorde seul avec celui indiqué par M. Auwers; d'autre part, les corrections $\Delta\alpha$ obtenues par cette méthode se rapprochent davantage de celle que donnent les angles de position, laquelle est évidemment indépendante de toute influence de la diffraction.

» En se bornant aux seules observations par projection, on aurait donc pour leur combinaison pondérée, pour le demi-diamètre apparent du Soleil,

$$R_{\odot} = 15'59'',24 \pm 0'',30.$$

» Pour décider cette importante question, il semble qu'il y aurait lieu de généraliser à l'avenir cette méthode d'observation; à en juger par les erreurs moyennes que comportent les valeurs ci-dessus, il n'est pas douteux, en effet, qu'un ensemble de déterminations analogues simultanées conduirait à des résultats d'une précision considérable. »

ASTRONOMIE. — *Sur une anomalie de la phase dichotome de la planète Vénus.* Note de M. E. ANTONIADI, présentée par M. A. Cornu.

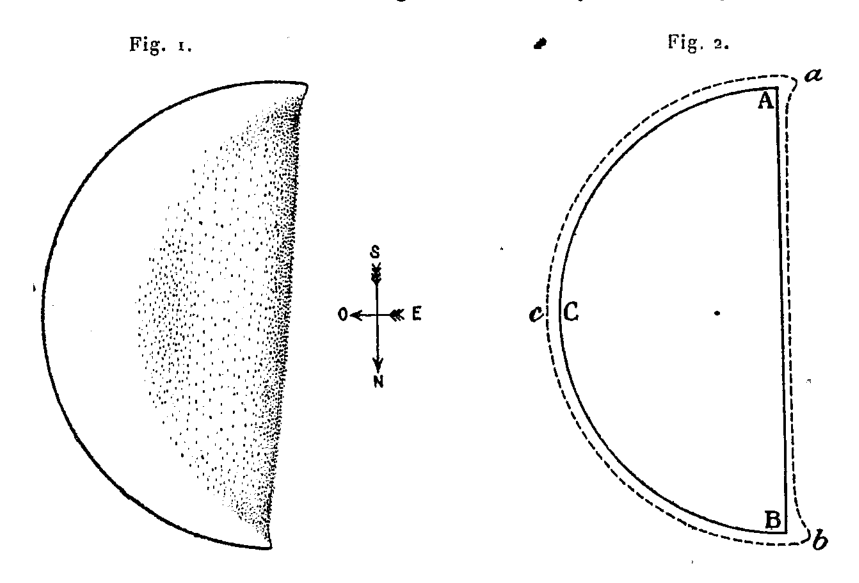
« En 1793, Schrœter constata que, au moment de sa plus grande élongation du Soleil, Vénus présentait non pas une phase exactement dichotome, mais bien un terminateur légèrement concave. En 1836, Beer et Mædler trouvèrent, à la suite d'une longue série d'observations, que la dichotomie arrive six jours plus tôt que l'élongation lorsque la phase passe de la gibbosité au croissant, et six jours plus tard lorsqu'elle passe du croissant à la gibbosité.

» Schrœter a attribué le phénomène à l'affaiblissement d'éclat vers le terminateur, tandis que Mædler croyait y voir l'effet d'ombres de montagnes élevées.

» Cette anomalie de la phase a été un trait caractéristique des observations de Vénus que j'ai pu faire en ces dernières années, à l'observatoire de Juvisy. La différence entre la dichotomie apparente et l'élongation semblait atteindre parfois huit jours. Ainsi le 21 avril dernier, une semaine avant l'élongation orientale, les pointes de la dichotomie faisaient déjà saillie sur le terminateur, bien que celui-ci se montrât légèrement convexe (*fig.* 1).

» On pourrait peut-être chercher l'interprétation de l'apparence dans l'inégalité d'éclat de la phase. Il est à remarquer, en effet, sur le dessin, que la faible intensité lumineuse du terminateur ne s'étend pas précisément jusqu'au limbe, la planète se montrant, quelle que soit la phase, beaucoup plus brillante vers les bords qu'en ses régions centrales. Mais, dans ce cas, *l'irradiation doit déformer le terminateur dans le sens observé*, de

sorte que, au lieu de l'hémicycle ABC (*fig.* 2), représentant la véritable partie éclairée de Vénus aux élongations, l'œil perçoit la planète limitée



par la figure *abc*, où les cornes *a* et *b*, en vertu de leur plus grand éclat, paraissent s'étendre au delà du terminateur.

» Il semble donc probable que le phénomène est d'ordre purement physiologique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Cohésion diélectrique et champs explosifs.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Les courbes relatives aux champs critiques, étudiés dans ma dernière Note, offrent une grande analogie avec celles qui représentent les champs explosifs. Je désigne sous cette dernière dénomination les valeurs minimum du champ qu'il faut produire dans l'intervalle de deux électrodes à peu près planes, pour qu'une étincelle jaillisse entre ces électrodes.

» L'analogie ne va pas jusqu'à l'identité. Les électrodes prennent une part active, mais inconnue, aux phénomènes de la décharge, et il y a lieu de démêler ce qui appartient aux électrodes et ce qui appartient en propre au gaz. Des mesures exécutées par M. Max Wolf entre 1 et 5 atmosphères fournissent un terme de comparaison que je vais essayer d'utiliser pour cet objet.

» M. Max Wolf employait des électrodes de laiton de 10^{cm} de diamètre, distantes de 1^{mm}, et il représente les champs explosifs minimum y par les formules linéaires suivantes :

$$(1)\quad \begin{cases} \text{Hydrogène} \ldots\ldots & y = 62 + 65{,}09\,p. \\ \text{Air} \ldots\ldots & y = 39 + 107\,p. \\ \text{Acide carbonique} \ldots\ldots & y = 72 + 102{,}2\,p. \end{cases}$$

La pression p est évaluée en atmosphères, le champ explosif y en unités C.G.S. électrostatiques.

» Mes expériences indiquent aussi qu'à partir d'une pression de quelques millimètres de mercure, les champs critiques deviennent des fonctions linéaires de la pression. En adoptant les unités de M. Wolf, les asymptotes inclinées de mes courbes ont pour équations :

$$(2)\quad \begin{cases} \text{Hydrogène} \ldots\ldots & y = 1{,}4 \quad + 63{,}33\,p. \\ \text{Air} \ldots\ldots & y = 1{,}593 + 119{,}09\,p. \\ \text{Acide carbonique} \ldots\ldots & y = 1{,}703 + 144{,}4\,p. \end{cases}$$

» Il convient d'ajouter que ces formules sont déduites d'expériences où la pression n'a pas dépassé $6^{cm},5$ pour l'hydrogène et des valeurs moindres encore pour les deux autres gaz; leur comparaison avec les formules de M. Wolf n'est possible qu'à la faveur d'une extrapolation, justifiée d'ailleurs par le fait que mes observations embrassent déjà une portion étendue dans laquelle les courbes se confondent pratiquement avec leur asymptote.

» Bornons-nous d'abord au cas de l'hydrogène. On sera sans doute frappé de l'identité des coefficients de p et de l'énorme disproportion des termes constants dans la formule de M. Wolf et dans la mienne. L'interprétation qui me semble s'imposer est la suivante :

» Le terme proportionnel à la pression représente proprement la part du champ explosif afférente au gaz, c'est-à-dire mesure l'obstacle apporté par le gaz au passage de l'électricité, ce que Maxwell, développant les idées de Faraday, appelait l'*electrical strenght,* ce que les Allemands désignent par l'expression de *electrische Festigkeit,* enfin ce que je nomme la *cohésion diélectrique* du gaz. Le terme constant constitue la part des électrodes, c'est-à-dire correspond au travail d'arrachement, de volatilisation des particules métalliques. Dans cet ordre d'idées, il est naturel de penser que le terme constant très petit de mes formules offre une signification analogue, le diélectrique solide ne jouant pas un rôle entièrement passif, puisque l'électricité qui a traversé le gaz doit nécessairement passer à sa surface et la modifier en quelque manière. Dans le cas de l'hydrogène, cet

effet ne serait pour le verre que la quarante-quatrième partie environ de l'effet des électrodes de laiton employées par M. Wolf.

» On sait que l'hydrogène présente cette particularité que le champ explosif est, dans des limites étendues, indépendant de la distance des électrodes, tandis que, dans les mêmes limites, le champ explosif relatif à l'acide carbonique est susceptible de varier du simple au double. Les coefficients de la formule de M. Max Wolf pour l'acide carbonique auraient donc changé si, au lieu d'opérer à 1^{mm} de distance, ce physicien avait choisi toute autre distance explosive. Il n'y a pas lieu d'être surpris que les coefficients des termes en p des formules (1) et (2), qui, dans le cas de l'hydrogène, étaient identiques, diffèrent, pour l'acide carbonique, de 40 pour 100 de leur valeur.

» Dans tous les cas, la différence des valeurs de y dans les formules (1) et (2) mesure l'effet de la substitution des électrodes au verre, effet constant pour l'hydrogène à toute pression, mais qui devient, avec les autres gaz, une fonction plus ou moins rapidement variable de la pression.

» Par l'étude de cinq gaz : hydrogène, azote, air, oxygène, acide carbonique, M. Max Wolf avait cru reconnaître une relation approchée de proportionnalité entre le coefficient de p de ses formules et l'inverse $\frac{1}{l}$ du chemin moyen des molécules, tel qu'on le calcule d'après la théorie cinétique des gaz. Cette relation ne subsiste d'ailleurs, avec les nombres de M. Wolf, qu'à la condition de doubler arbitrairement le coefficient de p relatif à l'acide carbonique.

» Si l'on prend respectivement pour unités le coefficient de p relatif à l'hydrogène et l'inverse du chemin moyen pour le même gaz, on trouve les résultats suivants, d'après les formules de M. Wolf et les miennes :

Gaz.	Wolf.	Bouty.	$\frac{1}{l}$.
Hydrogène.................	1	1	1
Air.......................	1,644	1,880	1,860
Acide carbonique...........	1,570	2,280	2,734

» Pour l'air, la relation approchée de M. Max Wolf devient rigoureuse, mais, pour l'acide carbonique, elle ne se vérifie encore qu'à 16 pour 100 près. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition des combinaisons obtenues avec la fuchsine et les matières colorantes azoïques sulfoconjuguées.* Note de M. SEYEWETZ, présentée par M. A. Gautier.

« Dans la présente étude, j'examine la composition des combinaisons que donne la *fuchsine* avec certaines matières colorantes basiques par constitution, mais rendues acides par substitution de groupements acides.

» *a. Influence du nombre de groupes sulfoniques.* — J'ai examiné les combinaisons obtenues avec la fuchsine et les colorants azoïques suivants :

Brun de naphtylamine..... $C^{10}H^6\begin{cases} SO^3Na \\ Az = Az - C^{10}H^6OH\,(\alpha) \end{cases}$

Ponceau cristallisé......... $C^{10}H^7 - Az = Az - C^{10}H^4\begin{cases} OH \\ (SO^3Na)^2 \end{cases}$

Rouge solide D............ $C^{10}H^6\begin{cases} SO^3Na \\ Az = Az - C^{10}H^4\begin{cases} OH \\ (SO^3Na)^2 \end{cases} \end{cases}$

» Ces combinaisons, ainsi que les suivantes, ont été obtenues en versant l'une dans l'autre des solutions titrées du colorant acide dans le colorant basique, ou *vice versa,* sans qu'il y ait excès ni de l'un ni de l'autre des réactifs.

» Si, dans les colorants précédents à l'état d'acides libres, on n'ajoute que l'alcali nécessaire pour salifier les groupes sulfoniques, j'ai remarqué qu'ils se combinent avec autant de molécules de fuchsine qu'ils renferment de groupes SO^3H.

» Les colorants précédents se combinent donc respectivement à 1, 2 *et* 3 *molécules de fuchsine.* Si l'on ajoute, en outre, la quantité d'alcali nécessaire pour saturer les oxhydriles, on obtient, avec le *brun de naphtylamine* seulement, une deuxième combinaison, renfermant 1 *molécule de brun pour* 2 *molécules de fuchsine.* On remarquera que, dans ce colorant, le groupe OH est substitué dans un autre noyau que celui renfermant le groupe SO^3H.

» La composition de ces combinaisons a été déterminée, d'une part, d'après les proportions relatives des solutions titrées de colorants purs nécessaires pour avoir une précipitation complète ; d'autre part, d'après le poids de combinaison obtenue ; enfin, par un dosage de soufre.

» *b. Influence des oxhydriles, pour un même nombre de groupes sulfoniques.* — J'ai préparé :

» 1° Les combinaisons de la *tropéoline* V : $C^6H^4\begin{cases} SO^3Na \\ Az = Az - C^6H^4OH \end{cases}$ et de la *chrysoïne :* $C^6H^4\begin{cases} SO^3Na \\ Az = Az - C^6H^3\begin{cases} OH\,(1) \\ OH\,(3) \end{cases} \end{cases}$ avec la fuchsine.

» 2° Les combinaisons avec la fuchsine des colorants suivants :

Orangé I : (formule développée : naphtalène portant OH, noyau benzénique portant SO^3Na, reliés par $Az = Az$)

Orangé II : (formule développée : naphtalène portant OH, noyau benzénique portant SO^3Na, reliés par $Az = Az$)

pour voir l'influence de la position de l'oxhydrile.

» Toutes ces combinaisons, lorsqu'elles sont formées avec la matière colorante saturée par la quantité d'alcali juste nécessaire pour salifier le groupe SO^3H, renferment des quantités équimoléculaires de matière colorante et de fuchsine; mais, si l'on ajoute assez d'alcali pour salifier à la fois les groupes SO^3H et OH, on obtiendra avec tous les colorants précédents, dans lesquels on remarquera que le ou les oxhydriles sont substitués dans un noyau différent de celui renfermant le groupe SO^2H, de nouvelles combinaisons formées par 1 *molécule de colorant pour* 2 *molécules de fuchsine*. La chrysoïne, bien qu'ayant deux substitutions hydroxylées, ne fixe pas plus de 2 molécules de fuchsine. La composition de ces combinaisons a été déterminée comme celle des précédentes.

» *c. Influence de diverses substitutions, pour un même nombre de groupes sulfoniques, et influence de plusieurs groupes azoïques.* — Voici les matières colorantes expérimentées :

Ponceau cristallisé	$C^{10}H^7 - Az = Az - C^{10}H^4 \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown (SO^3Na)^2 \end{matrix}$
Chromotrope 2R........	$C^6H^5 - Az = Az - C^{10}H^3 \begin{matrix} \diagup (OH)^2 \\ \diagdown (SO^3Na)^2 \end{matrix}$
Brun au chrome RR... .	$OH - C^6H^2(SO^3Na)^2 - Az = Az - C^6H^2 \equiv (OH)^3$
Jaune solide A....	$SO^3Na - C^6H^4 - Az = Az - C^6H^4 \begin{matrix} \diagup SO^3Na \\ \diagdown AzH^2 \end{matrix}$
Jaune Soleil	$\begin{matrix} CH - C^6H^4 \begin{matrix} \diagup SO^3Na \\ \diagdown Az \diagdown \end{matrix} \\ \Vert \qquad\qquad\qquad O \\ CH - C^6H^4 \begin{matrix} \diagup Az \diagup \\ \diagdown SO^3Na \end{matrix} \end{matrix}$
Crocéine brillante M.....	$C^6H^4 - Az = Az - C^6H^3 - Az = Az - C^{10}H^5 \begin{matrix} \diagup (SO^3Na)^2 \\ \diagdown OH \end{matrix}$
Rouge Congo...........	$\begin{matrix} SO^3Na \diagdown \\ AzH^2 \diagup \end{matrix} C^{10}H^5 - Az = Az - C^6H^4 - C^6H^4 - Az = Az - C^{10}H^5 \begin{matrix} \diagup SO^3Na \\ \diagdown AzH^2 \end{matrix}$
Noir diamine BO........	$\begin{matrix} OH \diagdown \\ AzH^2 - \\ SO^3Na \diagup \end{matrix} C^6H^2 - Az = Az \diagup \begin{matrix} C^2H^5 - O \diagdown \\ \end{matrix} C^6H^3 - C^6H^3 \begin{matrix} \diagup O - C^2H^5 \\ \diagdown Az = Az - \end{matrix} C^6H^2 \begin{matrix} \diagup OH \\ - AzH^2 \\ \diagdown SO^3Na \end{matrix}$

» Toutes ces matières colorantes, qui renferment deux groupes sulfoniques, se combinent à 2 *molécules de fuchsine;* elles contiennent juste la quantité d'alcali nécessaire pour saturer les groupes sulfoniques, ou un excès de celui-ci.

» Il y a pourtant exception, dans ce dernier cas, avec le *brun au chrome* RR, dont une molécule fixe alors trois molécules de fuchsine, mais il est le seul renfermant des oxhydriles dans un noyau différent de celui où sont substitués les groupes SO^3H.

» La composition de ces combinaisons, déduite comme celle des précédentes, a été confirmée par la détermination de la composition centésimale du *jaune solide* C *et de la fuchsine*.

» *d. Influence du nombre de groupes sulfoniques, pour des colorants acides de constitution notablement différente.* — Les matières colorantes suivantes ont été combinées à la fuchsine :

Brun de naphtylamine.	$C^{10}H^{6}\begin{cases} SO^{3}Na \\ Az = Az - C^{10}H^{6}OH \end{cases}$
Benzoorangé R	$\begin{matrix} AzH^{2} \\ SO^{5}Na \end{matrix}\Big\rangle C^{10}H^{5} - Az = Az - C^{6}H^{4} - C^{6}H^{4} - Az = Az - C^{10}H^{5}\Big\langle\begin{matrix} COONa \\ OH \end{matrix}$
Noir diamine BO......	$\begin{matrix} OH \\ AzH^{2} \\ SO^{3}Na \end{matrix}\Big\rangle C^{6}H^{2} - Az = Az\Big\rangle \overset{C^{2}H^{5} - O}{C^{6}H^{3}} - \overset{O - C^{2}H^{5}}{C^{6}H^{3}}\Big\langle Az = Az - C^{6}H^{2}\Big\langle\begin{matrix} OH \\ AzH^{2} \\ SO^{3}Na \end{matrix}$
Ponceau 5R..........	$C^{6}H^{5} - Az = Az - C^{6}H^{4} - Az = Az - C^{10}H^{3}\Big\langle\begin{matrix} (SO^{3}Na)^{3} \\ OH \end{matrix}$
Bleu diamine.........	$\begin{matrix} (SO^{3}Na)^{2} \\ OH \\ AzH^{2} \end{matrix}\Big\rangle C^{10}H^{3} - Az = Az\Big\rangle \overset{CH^{3} - O}{C^{6}H^{3}} - \overset{O - CH^{3}}{C^{6}H^{2}}\Big\langle Az = Az - C^{10}H^{3}\Big\langle\begin{matrix} (SO^{3}Na)^{2} \\ OH \\ AzH^{2} \end{matrix}$

» Lorsque ces colorants renferment juste la quantité d'alcali nécessaire pour salifier les groupes sulfoniques, ils fixent autant de molécules de fuchsine qu'ils ont de groupes SO^3H, sauf le *benzoorangé* R qui fixe, dans ces conditions, une molécule de fuchsine de plus, probablement à cause de la présence du groupe carboxyle.

» Le *brun de naphtylamine* et le *benzoorangé* R donnent, en outre, une deuxième combinaison quand on opère avec un excès d'alcali, ce qui, d'après la position respective de leurs groupes acides, confirme mes observations précédentes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'éclairage par la lumière froide physiologique, dite* lumière vivante. Note de M. **Raphaël Dubois.**

« La meilleure lumière pour l'éclairage serait celle qui contiendrait la quantité maxima de radiations de longueur d'onde moyenne, unie à la quantité minima de radiations calorifiques ou chimiques, à la condition qu'elle serait obtenue pratiquement et économiquement.

» Ce qui se rapproche le plus, à l'heure actuelle, de cet éclairage idéal est certainement celui que l'on obtient avec la lumière physiologique ou *lumière vivante*. Dans beaucoup de cas, à cause de sa luminescence spéciale, elle est très agréable à l'œil et absolument parfaite au point de vue de la vision ([1]), seulement les moyens propres à l'obtenir laissent encore à désirer, surtout en ce qui concerne l'intensité. Cependant, j'ai pu mettre sous les yeux du public, au mois d'avril dernier, dans les locaux du palais de l'Optique, à l'Exposition, des résultats pratiques qui sont encourageants; c'est pourquoi je crois utile de les signaler.

» Pour produire la lumière physiologique avec son maximum d'intensité éclairante, d'une manière rapide et pratique, en quantité aussi considérable qu'on le désire, j'ai imaginé de cultiver certains microbes lumineux, ou *photobactéries,* dans des bouillons *liquides* d'une composition spéciale.

» Lorsque ces derniers sont ensemencés avec de bonnes cultures, dans les limites moyennes de la température de l'atmosphère, on obtient très vite des liquides lumineux. En plaçant ceux-ci dans des récipients de verre, de préférence à faces planes, convenablement disposés, on arrive à éclairer une salle assez fortement pour qu'on y puisse reconnaître les traits d'une personne à plusieurs mètres de distance, lire des caractères d'imprimerie ou l'heure à une montre, principalement le soir, quand l'œil n'est pas ébloui par la clarté du jour, ou bien après un séjour de quelques minutes dans une chambre obscure ou faiblement éclairée.

([1]) J'ai montré depuis longtemps que celle que l'on obtient avec des photobactéries ne renferme que des *quantités infinitésimales de radiations calorifiques.* La proportion des *radiations chimiques* y est si faible qu'il faut plusieurs heures de pose, avec une plaque instantanée, pour obtenir une bonne épreuve photographique. *Sa force de pénétration est très grande,* car des épreuves peuvent être produites malgré l'interposition de corps opaques : bois, carton, etc. Toutefois, les feuilles minces d'aluminium ne sont pas traversées.

» Les bouillons dont je me suis servi doivent contenir : de l'eau, du sel marin, un aliment ternaire, un aliment quaternaire azoté, un aliment phosphoré et des traces de ces composés minéraux qui entrent dans la composition de toute matière bioprotéonique.

» J'ai fait connaître autre part [1] les proportions d'un bouillon type; je n'y reviendrai pas ici; je veux seulement insister actuellement sur la nature des substances qui donnent les meilleurs résultats. J'ai essayé plusieurs milliers de produits ou de mélanges de ces produits.

» Les aliments qui nous ont fourni la plus forte lumière et la plus longue durée sont les suivants :

» *Aliments ternaires :* glycérine et mannite;
» *Aliments quaternaires :* peptones et asparagine;
» *Aliments phosphorés :* nucléines, lécythines phosphorées, phosphate de potasse.

» Les peptones donnent de bons résultats, mais ils ont le très grand inconvénient de nécessiter une stérilisation parfaite, sans quoi le bouillon est vite envahi par les microbes de la putréfaction; il dégage alors une odeur infecte et s'éteint rapidement. Dans tous les cas, les peptones doivent être de première qualité. Les peptones à bas prix, liquides ou pâteux, présentent de graves défauts, entre autres celui de produire des odeurs fétides, même pendant la préparation du bouillon et avant toute inoculation.

» Ces inconvénients des peptones sont surtout fâcheux quand on veut obtenir en grand des liquides lumineux pour l'éclairage : en effet, ces derniers doivent être, à la fois, aérés et doucement agités. Un des meilleurs moyens pour atteindre ce but est de faire passer des bulles d'air dans le liquide; cet air doit être filtré, ou mieux stérilisé par son passage dans un tube chauffé ou renfermant une spirale de platine rougie.

» L'asparagine offre une grande supériorité sur les peptones, parce qu'elle résiste à la fermentation putride proprement dite et qu'il n'est pas aussi indispensable de se mettre à l'abri des germes de l'air, ce qui est préférable cependant, à cause de la concurrence vitale. En tout cas, les bouillons à asparagine convenablement préparés ne dégagent pas de mauvaise odeur et brillent à l'air libre. Cette substance a l'inconvénient d'être, à l'heure actuelle, d'un prix élevé.

» J'ai pu obtenir très économiquement des bouillons exclusivement

---

[1] RAPHAËL DUBOIS, *Leçons de Physiologie générale et comparée*. Paris, Carré et Naud; 1898.

végétaux, en utilisant certains tourteaux de graines oléagineuses; mais souvent il faut quand même stériliser et, en tout cas, produire dans le bouillon lumineux une bonne ventilation, pour empêcher le développement de microbes anaérobies réducteurs, qui développent de l'acide sulfhydrique et divers autres produits sulfurés.

» La persistance de la lumière dans les milieux liquides varie suivant la richesse du bouillon nutritif, son aération, son agitation, suivant la pureté des cultures, la température extérieure : j'en ai vu résister pendant six mois au repos et dans un sous-sol obscur.

» *En résumé,* grâce à nos bouillons liquides, nous sommes parvenus à éclairer une salle avec une lumière égale à celle d'un beau clair de lune. J'ai tout lieu d'espérer que la puissance de cet éclairage pourra être notablement augmentée et que la possibilité de son utilisation pratique ne tardera pas à être reconnue.

» L'énorme travail industriel produit par la levure de bière montre assez ce que l'on peut attendre de l'activité des infiniment petits, et, en particulier, des microbes lumineux. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de la pression totale sur l'assimilation chlorophyllienne* [1]. Note de M. **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les recherches de M. Godlewski ont établi que, dans l'air confiné, maintenu à la pression normale, l'intensité de l'assimilation chlorophyllienne dépend de la pression relative de l'anhydride carbonique, et qu'elle est maxima, chez la plupart des plantes, pour une proportion de ce gaz voisine de 10 pour 100.

» L'influence, sur cette fonction, de la pression totale supportée par la plante n'a pas encore été étudiée. Je me suis proposé de déterminer les modifications amenées dans l'assimilation par les pressions inférieures à la pression atmosphérique. J'ai opéré sur des feuilles détachées de la tige, et j'ai mesuré le phénomène résultant de l'assimilation et de la respiration.

» Deux feuilles, aussi identiques que possible, sont placées dans des éprouvettes

(1) Ce Travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

retournées sur le mercure et renfermant chacune de l'air atmosphérique, additionné de gaz carbonique dans une proportion voisine de 10 pour 100. L'une des éprouvettes est mise dans un récipient dans lequel on raréfie l'air; l'autre, dans un récipient semblable maintenu à la pression normale. Les deux appareils sont exposés à une même lumière, et les gaz sont ensuite analysés de nouveau.

» Les expériences ont porté sur divers végétaux : *Evonymus japonicus, Ligustrum japonicum, Ruscus aculeatus, Robinia Pseudacacia.*

» Le rapport du volume de l'oxygène dégagé à celui du gaz carbonique absorbé reste, dans tous les cas, très voisin de l'unité; aussi, en indiquant les résultats moyens, on peut se contenter de donner un seul chiffre pour les deux gaz.

» Soient A la valeur absolue du phénomène résultant, pour la feuille maintenue à la pression normale, B pour la feuille placée dans l'air raréfié. En prenant le rapport $\frac{B}{A}$, on aura une mesure de l'action de la pression sur les échanges gazeux de la feuille.

	Pressions.	Valeurs de $\frac{B}{A}$.
Ligustrum japonicum.............	1 atmosphère	1
	$\frac{3}{4}$ »	0,94
	$\frac{2}{3}$ »	0,81
	$\frac{1}{2}$ »	0,74
	$\frac{1}{3}$ »	0,50
	$\frac{1}{4}$ »	0,47
Ligustrum vulgare................	$\frac{1}{2}$ »	0,78
Evonymus japonicus...............	$\frac{2}{3}$ »	0,85
	$\frac{1}{2}$ »	0,73
	$\frac{1}{3}$ »	0,62
Robinia Pseudacacia..............	$\frac{1}{2}$ »	0,73
Ruscus aculeatus.................	$\frac{1}{2}$ »	0,69

» Deux feuilles de même surface et d'aspect identique ne sont pas nécessairement comparables. Malgré les précautions prises pour éviter les causes d'erreur tenant aux différences individuelles, il se produit parfois quelques résultats aberrants; mais ces cas sont trop peu fréquents pour masquer la loi générale du phénomène.

» En somme, il résulte des chiffres précédents, qui, pour la plupart, sont obtenus par la moyenne de nombreuses expériences concordantes, que :

» 1° *L'abaissement de la pression totale, même jusqu'à $\frac{1}{4}$ d'atmosphère, ne modifie pas la nature de l'assimilation chlorophyllienne, le quotient résultant des échanges gazeux* $R = \frac{O}{CO^2}$ *restant toujours voisin de l'unité.*

» 2° *L'intensité de l'assimilation chlorophyllienne diminue avec la pression,*

pour les pressions inférieures à la pression normale, suivant une loi assez régulière.

» On peut remarquer que les nombres obtenus sont du même ordre de grandeur chez les divers végétaux étudiés, qui présentent pourtant la plus grande variation au point de vue de la structure de leurs feuilles et de l'activité de la fonction chlorophyllienne. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'ancienne extension des glaciers dans la région des terres découvertes par l'expédition antarctique belge.* Note de M. **Henryk Arctowski**, présentée par M. de Lapparent.

« Au cours du voyage de découvertes géographiques de l'Expédition antarctique belge, nous avons eu l'occasion d'examiner de plus près les terres antarctiques. Les échantillons géologiques qui ont été recueillis, aux vingt débarquements effectués dans le détroit de la Belgica, nous permettent de tracer une esquisse de la Carte géologique de cette région [1]. La variété des roches en place n'est pas grande; le granit et la diorite prédominent; de la porphyrite, de la serpentine et du gabbro ont également été trouvés. Les roches erratiques, par contre, sont variées, et elles sont, pour une bonne part, totalement différentes des roches trouvées en place. Je citerai le gneiss, différentes espèces de porphyres, des roches basaltiques et du grès. Ces blocs erratiques ne proviennent pas de l'apport des icebergs; car, en plusieurs endroits, ils sont entassés sous forme de moraines parfaitement bien conservées. D'un autre côté, ces moraines ne correspondent pas à des glaciers actuels qui seraient, par hypothèse, en retraite. Nous sommes donc forcés d'admettre que ces accumulations de blocs erratiques datent d'une époque à laquelle le régime glaciaire était très notablement différent du régime actuel.

» Pour diverses raisons, il me paraît tout à fait remarquable de constater la présence de ces vestiges de l'époque glaciaire dans la région polaire antarctique, et c'est pourquoi je désire signaler quelques faits à l'appui de mes assertions. L'îlot Gaston, notre huitième débarquement antarctique, situé à un mille de la côte, est un gros dos de mouton, parfaitement poli à la surface. Il était presque complètement dépourvu de neige

---

(1) *Bull. Soc. royale belge de Géographie*, p. 130; 1900.

lors de notre visite. En face de cet îlot, au cap Reclus, se dresse le long de la côte une très grande moraine, dirigée NE.-SO. Si l'on examine la Carte des terres découvertes par l'expédition, Carte dressée par M. G. Lecointe ([1]), on constate que la direction de la moraine est celle du détroit de la Belgica et l'on est porté à admettre que le glacier qui a produit cette moraine devait s'écouler dans le détroit même; or, la longueur du détroit est dix milles en cet endroit et sa profondeur atteint 625^{m}.

» Les débarquements 17 et 18 fournissent un autre argument.

» Sur l'îlot Bob, non loin de l'île Wiencke, nous avons découvert des parties de moraine, très bien conservées, situées à plus de 25^{m} au-dessus du niveau de la mer, hautes de 5^{m} à 7^{m} et adossées contre la pente du rivage. La direction de cette moraine est celle du canal: la moraine va en s'abaissant légèrement vers l'ouest. Quelques blocs de gneiss étaient très grands et parfaitement polis à la surface. Le granite rouge est sous forme de cailloux très ronds et il en est de même d'autres roches, tandis que le granite de hornblende est fréquemment anguleux.

» De l'autre côté du détroit de la Belgica, juste en face, nous avons découvert une très belle moraine sur l'île Banck. Hauteur 20^{m}, direction parallèle à celle du détroit.

» Cette moraine est adossée à la pente de la montagne qui présente des roches moutonnées caractéristiques.

» Pour se rendre compte de ces moraines, il faut imaginer un immense glacier qui se serait écoulé dans le détroit de la Belgica vers l'ouest, c'est-à-dire vers l'océan Pacifique.

» D'autres preuves de la grande extension des glaciers antarctiques nous sont fournies par les roches erratiques recueillies dans le golfe de Hugues, au troisième, au cinquième et au sixième débarquement, et par celles que nous avons trouvées sur l'île Anvers au quatorzième débarquement, où un banc de cailloux roulés et de blocs s'étend à une certaine distance du rivage. Puis, dans le chenal de Errera, une moraine remarquable se dresse en travers. Enfin, en de nombreux endroits, nous avons pu voir des roches moutonnées et parfaitement polies, soit le long des rivages, soit sur les petites îles.

» Les îles Moureaux, de la baie des Flandres, peuvent servir d'exemple. Elles sont basses et presque complètement recouvertes d'une nappe de

---

([1]) *Bull. Soc. royale belge de Géographie,* Carte n° 1; 1900.

glace; mais, sur le pourtour, la roche est à découvert et l'on peut voir une surface bosselée et uniformément polie au-dessus et en dessous du niveau des eaux de la mer. »

M. P. Cottancin adresse une Note intitulée : « Loi relative aux mouvements géologiques du sol pour toute la Terre ».

M. J. Fiévet adresse une addition à son « système d'avertissement électrique pour éviter les collisions des trains de chemins de fer ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 aout 1900.

Traité théorique et pratique d'électro-chimie, par Adolphe Minet. Paris, Ch. Béranger, 1900; 1 vol. in-8°.

Le dessin d'Histoire naturelle sur papier, pierre lithographique, bois et divers papiers pour photogravures, par T. Husnot. Athis (Orne), 1900; 1 fasc. in-8°.

La pluie artificielle, précédée de considérations sur la nature et l'origine de la chaleur, la lumière et l'électricité, par le Lieutenant-Colonel Baudoüin. Paris, Vve Ch. Dunod, 1900; 1 fasc. in-8°.

XIIIe Congrès international de Médecine. Paris, 2-9 août 1900. (Numéro spécial de la *Gazette des Hôpitaux*); 1 fasc. in-4°.

Revue des Hybrides franco-américains, porte-greffes et producteurs directs, Directeur : P. Gouy; n° 32. Aubenas, imp. Robert, 1900; 1 fasc. in-8°.

Untersuchung über die durch Jupiter, Saturn und Mars bewirkten speciellen Störungen des Planeten (183) Istria und deren Anwendung zur Verbesserung der Bahnelemente, von Johan Teodor Petrelius. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-4°.

Finska precisionsnivellementet 1892-1899, af Edv. Blomqvist. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-4°.

Ueber die Isomorphie und die entropischen Beziehungen der Ameisensauren Salze des Calcium, Strontium, Baryum und Blei, von Arthur Plathan. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-8°.

Untersuchungen über die Löslichkeit einiger Kalkphosphate, von Arthur Rindell. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-8°.

Zur Kenntniss der Blutveränderungen nach Anderlässen, von E.-A. von Willebrand. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-8°.

Ueber experimentelle Blutgift-Anämieen, von T.-W. Tallqvist. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-8°.

Bidrag till kännedomen om albumosurin särskildt den febrila deuteroalbumosurin, af Robert Ehrström. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-8°.

Om streptokockens och dess toxins samt stafylokockens inverkan pa lefvern, af Max Björksten. Helsingfors, 1900; 1 fasc. in-8°.

Recherches sur les Bacilles diphtériques et pseudo-diphtériques de l'homme et des animaux, par le Dr U. Lambotte. Bruxelles, Hayez, 1900; 1 fasc. in-8°.

Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung des Eiserins auf den Flüssigkeitswechsel und die Circulation im Auge, von V. Grönholm. Leipzig, 1900; 1 fasc. in-8°.

La separazione della Sicilia della Calabria. Studio storico e geologica del Dott. Agostino Faggiotto. Regio di Calabria, 1900; 1 fasc. in-8°.

Almanaque nautico para el ano 1902, *calculado de orden de la superioridad en el Istituto y observatorio de Marina de San Fernando.* San Fernando, 1900; 1 vol. gr. in-8°.

Annuaire géologique et minérologique de la Russie, rédigé par N. Krichtafovitch; vol. IV, livr. 1-2. Novo-Alexandria, 1900; 1 fasc. in-4°.

Anales de la Asociacion de Ingenieros y Arquitectos de Mexico; t. VIII. Mexico, 1899; 1 vol. in-8°.

La Propaganda cientifica; ano I, tomo I, num. 1. Guatemala, 1900; 1 fasc. in-8°.

Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo, Japan; Vol. XIII, part 1. Tokyo, 1900; 1 vol. petit in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 SEPTEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action physiologique et applications thérapeutiques de l'oxygène comprimé.* Note de M. **A. Mosso**.

« M. Haldane, d'Oxford, a montré, sur des souris, que l'oxyde de carbone cesse d'être mortel, même à 50 pour 100, quand les animaux se trouvent dans l'oxygène pur à 2 atmosphères. J'ai répété cette expérience et je l'ai confirmée. Trouvant le fait très intéressant, j'ai voulu étendre cette étude aux grands animaux; j'ai construit, dans ce but, des appareils en métal pouvant contenir des chiens, des lapins, des singes et capables de supporter une pression de 10 atmosphères. J'ai constaté que les animaux n'étaient pas empoisonnés dans une atmosphère contenant 6 pour 100

d'oxyde de carbone, à la condition que la pression atteigne 2 atmosphères d'oxygène pur ou 10 atmosphères d'air. A la pression ordinaire, les animaux succombent aussitôt que la pression d'oxyde de carbone s'élève à 0,5 pour 100 et moins encore.

» Les animaux, à la sortie des appareils contenant l'oxyde de carbone, meurent immédiatement. Mais si l'on purifie progressivement le milieu où ils se trouvent, on produit un véritable lavage du sang et, au bout d'environ une demi-heure, ils peuvent être sans danger ramenés à l'air libre.

» Ce fait est fort intéressant déjà au point de vue physiologique, puisqu'il nous montre que les animaux peuvent vivre sans globules sanguins, aux dépens de l'oxygène simplement dissous dans le plasma, à la condition que cette dissolution soit suffisante par suite d'une augmentation de pression. Mais il prend une importance particulière par ses applications thérapeutiques.

» Je construis en ce moment une cloche en fer pour étudier les effets de l'oxygène comprimé dans les anémies de l'homme.

» Ces observations ont leur application immédiate dans les cas d'empoisonnement accidentel par l'oxyde de carbone. Ainsi, deux singes placés dans une atmosphère contenant 1 pour 100 d'oxyde de carbone étaient, au bout d'une demi-heure, complètement intoxiqués. Leur respiration était presque suspendue. A ce moment, on enleva les deux singes de la cloche. L'un d'eux, laissé sans secours à l'air libre, mourut. L'autre, placé dans l'oxygène comprimé à deux atmosphères, se réveilla immédiatement, et au bout d'une demi-heure put être extrait de l'appareil, parfaitement rétabli.

» Il arrive fréquemment, dans les explosions de mines, que des ouvriers extraits des puits survivent quelques heures et même quelques jours à l'accident, puis succombent. Ces ouvriers seraient certainement sauvés, si l'on pouvait les placer immédiatement dans l'oxygène comprimé. Pratiquement cela n'offre aucune difficulté; il suffirait d'avoir, près de l'orifice du puits, une cloche et une provision d'oxygène comprimé, comme on le trouve maintenant dans le commerce, à la pression de 120 atmosphères. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le dernier signe de vie.*
Note de M. Augustus D. Waller.

« Le signe distinctif que je signale aujourd'hui permet de reconnaître, en quelques instants, si un organe ou un tissu quelconque, soit animal, soit végétal, est vivant ou mort.

» La réaction repose sur le principe suivant :

» La matière à l'état de vie répond à une excitation électrique par un courant dans le même sens. Cette même matière, tuée par élévation de température, ne répond plus à l'excitation, ou bien accuse un courant contraire de polarisation.

» Cette réaction positive prouve, selon moi, que l'objet interrogé n'est pas de la matière inerte ; c'est un phénomène général et caractéristique de la matière vivante, en tant que vivante, qui se constate sur les nerfs, les muscles, la rétine, la peau, le foie, etc., chez les animaux ; sur les feuilles, les fleurs, les racines, les fruits, les graines, etc., chez les végétaux.

» C'est leur dernier signe de vie, au moyen duquel on peut reconnaître sur-le-champ qu'ils sont encore vivants, et même jusqu'à un certain point mesurer et exprimer en chiffres de *combien* ils vivent encore.

» Le dispositif au moyen duquel on réalisera l'expérience est des plus simples. Son outillage existe déjà dans tout laboratoire de Physiologie. Pour les réactions non douteuses, sur les objets ayant une résistance faible (par exemple, réaction supérieure à $0^{volt},01$, résistance inférieure à 100 000 ohms), un galvanomètre accusant 1.10^{-6} ampère suffit. Mais pour les réactions plus délicates, sur des objets à résistance élevée (par exemple, réaction au-dessous de $0^{volt},001$, résistance supérieure à un mégohm), un galvanomètre plus sensible est indispensable. Celui que j'emploie habituellement (modèle Thomson) a une sensibilité telle que 1.10^{-10} ampère donne une déviation de 5^{mm} à 6^{mm} sur une échelle placée à 2^{m}.

» Quant aux accessoires, ils se composent d'une paire d'électrodes impolarisables (modèle du Bois-Reymond), d'un appareil à chariot et d'un compensateur. Chacun de ces instruments est relié à deux des bornes d'un clavier à quatre fiches, permettant de *court-circuiter :* 1° la préparation, 2° le galvanomètre, 3° le compensateur, 4° l'appareil excitateur,

» Si l'on désire doser l'énergie excitatrice, on emploiera de préférence la décharge d'un condensateur.

» Deux commutateurs, l'un dans le circuit de l'excitateur, l'autre dans celui du compensateur, serviront à renverser la direction de leurs courants.

» On conduira l'expérience de la manière suivante : L'objet mis en expérience est relié au galvanomètre; son courant propre ou accidentel est exactement compensé de façon que la fiche contrôlant le galvanomètre puisse être enlevée et replacée sans causer de déviation. Cette fiche étant en place (galvanomètre court-circuité), une excitation électrique est lancée au travers de la préparation. Aussitôt après, la fiche de l'excitateur est replacée, et celle du galvanomètre est enlevée. Celui-ci accuse ou n'accuse pas le *coup de feu* provenant de l'objet. On répète la manœuvre avec excitation en sens contraire.

» S'il y a *coup de feu* dans les deux directions, ou dans une direction seulement, l'objet est *vivant*. S'il n'y a pas coup de feu, l'objet est *mort*.

» La valeur électromotrice de la réaction varie avec la nature de l'objet, l'intensité de l'excitation et l'espace de temps écoulé après celle-ci jusqu'à l'établissement du circuit galvanométrique. Elle se mesure ordinairement en centièmes et millièmes de volt; elle diminue plus ou moins rapidement avec l'extinction progressive de la vitalité; elle est entièrement effacée par l'ébullition. »

CORRESPONDANCE.

Sur la proposition de M. Marey, Président de la Commission internationale de contrôle des instruments de Physiologie, MM. Cornu et Chauveau sont désignés comme délégués de l'Académie à cette Commission.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux Cartes relatives à la Chine, publiées par le Service géographique de l'armée, savoir : « Théâtre des opérations en Chine : environs de Pékin, à l'échelle de $\frac{1}{500\,000}$ », et « Plan de Pékin, à l'échelle de $\frac{1}{15\,000}$ ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations de Laplace à solutions quadratiques.* Note de M. **Tzitzeica.**

« Dans beaucoup de questions de Géométrie il est nécessaire de connaître les équations de Laplace,

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y} = a\frac{\partial z}{\partial x} + b\frac{\partial z}{\partial y}, \tag{1}$$

qui admettent n solutions $z_1, z_2, \ldots, z_n$, telles que $z_1^2 + \ldots + z_n^2$ en soit aussi une solution. Le problème se réduit à celui-ci : *Trouver les fonctions a et b, de manière que le système*

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial^2 z_i}{\partial x\, \partial y} = a\frac{\partial z_i}{\partial x} + b\frac{\partial z_i}{\partial y}, \qquad i = 1, 2, \ldots, n, \\ &\sum_{k=1}^{n} \frac{\partial z_k}{\partial x}\frac{\partial z_k}{\partial y} = 0, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

soit compatible. L'étude de ce système est difficile. Je vais pourtant en dégager un cas particulier.

» A cet effet, je ferai quelques considérations sur l'intégrale générale du système (2). Il est clair, à cause de la symétrie, que, en ce qui concerne les constantes arbitraires de l'intégrale générale $(z_1, z_2, \ldots, z_n)$, il y a plusieurs cas à considérer : je supposerai qu'en dehors d'un certain nombre de constantes arbitraires communes à toutes les fonctions z_i, il y en ait d'autres qui ne se présentent que dans une seule fonction z_i. (On fera abstraction des constantes additives.)

» C'est ce dernier cas qu'on peut étudier aisément. Supposons, en effet, connues les fonctions $z_2, z_3, \ldots, z_n$ et posons

$$\frac{\partial z_2}{\partial x}\frac{\partial z_2}{\partial y} + \ldots + \frac{\partial z_n}{\partial x}\frac{\partial z_n}{\partial y} = -c.$$

c sera une fonction connue de x et de y; quant à z_1, elle sera donnée par le système

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y} = a\frac{\partial z}{\partial x} + b\frac{\partial z}{\partial y}, \\ &\frac{\partial z}{\partial x}\frac{\partial z}{\partial y} = c. \end{aligned}\right. \tag{3}$$

» Les constantes communes à $z_1, z_2, \ldots, z_n$ se présentent aussi dans la fonction c; il faudra, pour nous trouver dans le cas que nous considérons, que l'intégrale générale du système (3) dépende d'au moins une constante arbitraire. Or, l'intégrale générale de (3) ne peut dépendre, en dehors de la constante additive, au plus que d'une constante arbitraire, et pour que ce fait ait lieu, il faut et il suffit que c soit définie par

$$\frac{1}{c}\frac{\partial c}{\partial x} = \frac{1}{b}\frac{\partial b}{\partial x} + 2b, \qquad \frac{1}{c}\frac{\partial c}{\partial y} = \frac{1}{a}\frac{\partial a}{\partial y} + 2a,$$

ce qui prouve que la fonction c peut être trouvée sans connaître les solutions $z_2, z_3, \ldots, z_n$, et que, par conséquent, les solutions $z_1, z_2, \ldots, z_n$ peuvent être obtenues chacune séparément ([1]), et qu'on ait entre a et b les relations

$$(4) \qquad \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{a}\frac{\partial a}{\partial y} + 2a\right) = \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{b}\frac{\partial b}{\partial x} + 2b\right) = \frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial b}{\partial y} + 4ab.$$

» De ces dernières relations on tire la remarque suivante : On peut, par un changement convenable des variables indépendantes, faire en sorte qu'on ait

$$ab = -\frac{1}{4(x-y)^2}.$$

» Je suppose que toutes les équations (1) dont je m'occupe satisfont à cette condition.

» Considérons maintenant deux équations

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} = a\frac{\partial z}{\partial x} + b\frac{\partial z}{\partial y},$$
$$\frac{\partial^2 z_1}{\partial x\,\partial y} = a_1\frac{\partial z^2}{\partial x} + b_1\frac{\partial z_1}{\partial y};$$

il y a des relations entre a, b, a_1, b_1 qui rendent possible entre les deux équations la correspondance suivante :

$$(5) \qquad \frac{\partial z_1}{\partial x} = \lambda\frac{\partial z}{\partial x}, \qquad \frac{\partial z_1}{\partial y} = \mu\frac{\partial z}{\partial y};$$

([1]) *Voir* le *Bulletin des Sciences mathématiques*, mai 1900.

ces relations nécessaires et suffisantes sont

$$ab = a_1 b_1,$$

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{a}\frac{\partial a}{\partial y} + 2a\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{b}\frac{\partial b}{\partial x} + 2b\right) = \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{1}{a_1}\frac{\partial a_1}{\partial y} + 2a_1\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{b_1}\frac{\partial b_1}{\partial x} + 2b_1\right).$$

» Il résulte alors, pour la classe d'équations que nous étudions, que *deux équations quelconques de cette classe peuvent, à la suite d'un changement convenable des variables indépendantes, se correspondre par des relations telles que* (5).

» En particulier, toute équation de Laplace (1) dont les coefficients a et b satisfont aux relations (4) peut correspondre, après un changement convenable des variables indépendantes, à l'équation

$$2(x-y)\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} + \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{\partial z}{\partial y} = 0. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités des fonctions analytiques et, en particulier, des fonctions définies par les équations différentielles.* Note de M. **Paul Painlevé.**

« Considérons une fonction analytique $y(x)$ qui admet le point $x = 0$ comme point singulier *isolé :* autrement dit, dans un cercle C ayant l'origine comme centre, la fonction $y(x)$ n'admet d'autre point singulier que l'origine. Si, dans ce cercle C, la fonction $y(x)$ est *uniforme,* l'origine est un pôle ou un point *essentiel* de $y(x)$; dans ce dernier cas, $y(x)$ est *entièrement indéterminée* dans le voisinage de l'origine; j'entends par là que y s'approche autant qu'on le veut de toute valeur donnée à l'avance quand x tend vers zéro. Supposons, au contraire, que l'origine soit un point *critique* de $y(x)$; deux hypothèses sont alors possibles quand x tend vers zéro sur un chemin arbitraire : ou bien $y(x)$ tend vers une limite déterminée, finie ou non $\left(\text{exemples : } y = \log x,\ y = \frac{1}{\log x}\right)$, *ou bien* $y(x)$ *est indéterminée. Mais cette indétermination* (et c'est là le fait sur lequel je veux insister) *n'est pas nécessairement complète;* il suffit, pour s'en rendre compte, de considérer l'exemple

$$y = (\log x)^i.$$

» Traçons, de l'origine comme centre, un cercle C de rayon moindre que 1 et posons

$$x = r(\cos\theta + i\sin\theta), \qquad \log x = \log r + i\theta = \rho(\cos\omega + i\sin\omega),$$
$$\frac{3\pi}{2} > \omega > \frac{\pi}{2};$$

d'où

$$y = e^{i\log\rho} \times e^{-\omega}, \qquad \frac{3\pi}{2} > \omega > \frac{\pi}{2}.$$

» Nous définissons ainsi dans C une fonction à un nombre infini de branches, qui n'admet d'autre point singulier que l'origine. Quand x tend vers zéro, $y(x)$ est *indéterminé;* or son domaine d'indétermination n'embrasse pas tout le plan des y, mais seulement la couronne *comprise entre les deux circonférences, concentriques à l'origine, de rayon* $e^{\frac{\pi}{2}}$ *et* $e^{\frac{3\pi}{2}}$.

» A tout point singulier d'une fonction analytique $y(x)$, pour lequel la valeur de la fonction n'est pas déterminée, correspond donc *un certain domaine d'indétermination de* y. Je vais définir avec précision ce domaine, sans faire aucune hypothèse sur la nature du point singulier considéré.

» Soit L un chemin du plan des x aboutissant ([1]) à un point $\overline{a}$ et sur lequel la branche donnée de fonction analytique $y(x)$ est holomorphe, sauf au point $\overline{a}$. Ce point singulier $\overline{a}$ peut être isolé ou faire partie d'une ligne singulière, ou d'un ensemble parfait, etc. Décrivons, du point $\overline{a}$ comme centre, un cercle γ de rayon très petit ε, et soit L_ε la portion du chemin L *attenante au point* $\overline{a}$ et intérieure à γ; faisons varier arbitrairement $\overline{x}$ *dans* γ à partir d'un point $\overline{x_0}$ de L_ε, et prolongeons analytiquement la fonction $y(x)$.

» Représentons par D_ε l'ensemble de toutes les valeurs qu'acquiert ainsi la fonction $y(x)$ et des valeurs limites. Il est facile de voir que l'ensemble D_ε définit, dans le plan des y, une aire d'un seul tenant. Si ε' est moindre que ε, l'aire $D_{\varepsilon'}$ est entièrement contenue dans D_ε. Quand ε tend vers zéro, D_ε tend vers un certain ensemble D qui est, si l'on veut, l'ensemble des points communs à toutes les aires D_ε. Au sujet de cet

---

([1]) Ce chemin L est, d'ailleurs, quelconque; il peut admettre le point $x = a$ comme point asymptote, et son arc peut croître indéfiniment quand $\overline{x}$ tend vers $\overline{a}$.

ensemble D, on montre aisément que trois cas seulement sont possibles :

» 1° Ou bien il n'existe pas de points communs à toutes les aires D_ε; dans ce cas, la branche $y(x)$ tend vers l'infini quand $\overline{x}$ tend vers $\overline{a}$;

» 2° Ou bien il n'existe qu'un point commun à toutes les aires D_ε, soit $y=b$; la fonction $y(x)$ tend alors vers la valeur b quand $\overline{x}$ tend vers $\overline{a}$;

» 3° Ou bien il existe au moins deux points communs à toutes les aires D_ε; *dans ce cas, l'ensemble* D *est un ensemble continu d'un seul tenant (aire ou ligne). C'est cet ensemble* D *que nous appelons « domaine d'indétermination », pour $x=a$, de la branche de fonction $y(x)$.* Le point singulier $x=a$ est alors un point transcendant de nature *essentielle*.

» Si D embrasse tout le plan des y, le point $x=a$ est dit point *d'indétermination complète* de $y(x)$; c'est le cas du point essentiel ordinaire de Weierstrass. Dans l'exemple $y=(\log x)^i$ cité plus haut, D ne comprend qu'une aire limitée du plan; on peut former des exemples où D se réduit à *une ligne*.

» Ces définitions admises, on peut démontrer les théorèmes suivants, relatifs aux transcendantes qui vérifient *une équation différentielle algébrique*.

» Théorème I. — *L'intégrale $y(x)$ d'une équation différentielle (algébrique) du premier ordre ne peut présenter de points singuliers transcendants qui soient des points d'indétermination incomplète.*

» Les points transcendants de $y(x)$ sont, comme on sait, en nombre fini et leurs affixes se calculent algébriquement sur l'équation différentielle. Si, en un de ces points, $y(x)$ est indéterminée, le domaine d'indétermination de y embrasse tout le plan.

» Théorème II. — *L'intégrale $y(x)$ d'une équation différentielle (algébrique) du second ordre ne peut admettre comme points essentiels d'indétermination incomplète qu'un nombre fini de points $x=a$ dont les affixes se calculent algébriquement sur l'equation.*

» L'équation

$$y''=(1+i)\frac{y'^2}{y}-\frac{y'}{x}, \tag{1}$$

dont l'intégrale générale est

$$y=a(\log b\,x)^i \qquad (a,\ b \text{ constantes arbitraires}),$$

est un exemple où $x=0$ est un point d'indétermination incomplète des intégrales $y(x)$.

» Théorème III. — *L'intégrale $y(x)$ d'une équation différentielle (algébrique) du troisième ordre peut présenter des points essentiels mobiles d'indetermination incomplète.*

» L'équation obtenue en éliminant x entre l'équation (1) et l'équation dérivée offre un exemple de cette singularité. Son intégrale générale est

$$y = a[\log(bx+c)]^{i} \qquad (a, b, c \text{ constantes arbitraires}). \text{ »}$$

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets du travail de certains groupes musculaires sur d'autres groupes qui ne font aucun travail.* Note de MM. **Kronecker** et **Cutter**, présentée par M. Marey.

« L'un de nous, M. Kronecker, avait observé que, dans les ascensions de montagnes qu'il faisait en vue de s'entraîner, ses yeux, naturellement hypermétropes, le devenaient moins; il en conclut que le travail de certains groupes musculaires produit des effets qui se font sentir sur des muscles étrangers à ce travail. M. Cutter entreprit pour éclairer ce fait les expériences suivantes :

» Il rechercha ce que devenait la force des muscles du groupe du biceps, lorsqu'il exerçait exclusivement ses membres inférieurs par des courses en montagne. Ces courses étaient graduées et consistaient en ascensions de sommets plus ou moins élevés. Pendant ces marches, il eut soin de ne donner à son bras aucune fatigue, de ne pas porter de canne et de ne soulever aucun objet pesant.

» L'examen de la puissance musculaire des bras se faisait avec un ergographe disposé spécialement pour cet usage; un poids de $4^{kg},500$ était soulevé à une hauteur de $0^{m},30$ environ. Ces mouvements, dont la cadence était réglée par un métronome battant les secondes, s'inscrivaient, à une échelle réduite, sur un cylindre tournant. L'intervalle entre deux contractions successives était exactement de deux secondes.

» L'élévation maxima du poids avait pour limite la flexion complète de l'articulation du coude et la rencontre de l'avant-bras avec la saillie du biceps. L'abaissement avait pour limite la position horizontale de l'avant-bras, qui reposait alors sur un support.

» Après une série plus ou moins longue de mouvements, l'épuisement du biceps se produisait d'une manière soudaine; les deux ou trois dernières oscillations présentaient seules une diminution dans leur ampli-

tude. On pouvait noter toutefois, du commencement à la fin, une diminution graduelle de la brusquerie des raccourcissements.

» Après une première série de mouvements, inscrite sur l'ergographe, l'expérimentateur prenait cinq minutes de repos, puis recommençait une seconde série; cette dernière était toujours notablement plus courte, c'est-à-dire que l'épuisement du biceps arrivait plus vite.

» En général, on ne faisait qu'une fois dans la journée cette double série de mesures ergographiques, et cela même quand le sujet prenait plusieurs jours de repos, pour supprimer entièrement toute action du bras.

» Le résultat de ces expériences a été extrêmement net. Elles ont montré :

» 1° Que, si le sujet, jeune et robuste, a le système musculaire affaibli par une inaction prolongée, un exercice modéré, tel que des ascensions de 300^{m}, durant de vingt-cinq à quarante minutes et répétées une à deux fois par jour, accroissait un peu la puissance musculaire du biceps;

» 2° Que des ascensions d'une durée de deux heures augmentaient nettement la force du biceps;

» 3° Que des ascensions fatigantes, de 3000^{m} de hauteur et d'une durée de dix à quatorze heures, diminuaient la force musculaire pour deux à trois jours;

» 4° Que, le quatrième jour après les ascensions fatigantes, la force musculaire avait beaucoup augmenté.

» De ces faits, il semble qu'on puisse conclure qu'un travail musculaire moyen fortifie même les groupes musculaires qui ne participent pas à ce travail; cet effet est probablement dû à un accroissement de la circulation du sang et de la lymphe.

» En outre, que le travail excessif semble verser dans le sang des substances nuisibles à l'action musculaire, et que l'élimination de ces substances est nécessaire pour que les effets favorables de l'entraînement se manifestent. »

ASTRONOMIE. — *Sur un calendrier perpétuel.* Note de M. l'abbé **Salvatore Franco**, présentée par M. A. Bouquet de la Grye.

« Un mécanisme d'horlogerie a permis de traduire les formules donnant les bases sur lesquelles s'appuient les calendriers d'une époque quelconque dans le style grégorien et julien.

» L'appareil a la forme d'un tableau, sur lequel sont inscrits la date du mois, le jour de la semaine, le nom du saint et le quantième de la lune. Au-dessus, une bande mobile donne les fêtes mobiles. Au bas du tableau, huit cadrans servent à fournir l'Indiction romaine, le nombre d'or, l'épacte et la lettre dominicale, l'épacte ancienne, la lettre du martyrologe, l'âge de la lune et le jour de la semaine. Quatre de ces cadrans sont en relation avec les colonnes mobiles du calendrier.

» Les premiers cadrans se composent de quatre cercles concentriques, portant chacun des chiffres qui servent à donner l'année dont on cherche les éléments. Celui du nombre d'or pourrait servir directement jusqu'à l'année 19999; au delà, on a la perpétuité en sectionnant les années.

» L'épacte est donnée directement jusqu'à l'année 10099, mais on peut encore, au moyen d'un artifice, fournir les épactes au delà de ce chiffre.

» Il en est de même pour la lettre dominicale dans le style grégorien et julien.

» Les derniers cadrans, en se basant sur les résultats des premiers, fournissent les fêtes mobiles, les lunaisons et les jours de la semaine.

» On peut remarquer que les cadrans seuls donnent, en dehors du tableau, les éléments lunaire et le jour de l'année.

» L'usage de cet instrument est très simple; une instruction détaillée l'accompagne. Il peut être utile à la fois aux historiens qui étudient une époque, et aussi aux astronomes, qui ont immédiatement les bases approximatives de certains calculs. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 SEPTEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *J. Dujardin,* portant pour titre : « Recherches rétrospectives sur l'art de la distillation ; historique de l'alcool, de l'alambic et de l'alcoométrie ».

ASTRONOMIE. — *Occultation de Saturne par la Lune, du* 3 *septembre* 1900, *observée, à l'observatoire de Lyon, par MM.* **J. Guillaume, G. Le Cadet** *et* **M. Luizet.** Note communiquée par M. Lœwy.

« L'observation a été faite :

» A l'équatorial coudé : ouverture $0^m,32$, grossissement 450, par GLC ;

» A l'équatorial Brünner : ouverture $0^m,16$, grossissement 250, par J.G. ;

» A la lunette Biette : ouverture $0^m,10$, grossissement 370, par M. L.

» L'immersion s'est produite par le bord obscur de la Lune, suivant une ligne peu inclinée sur le grand axe de l'anneau (O.-N.-O.—E.-S.-E). Les contacts étaient, de ce fait, plus nets qu'à l'émersion qui a eu lieu par bord éclairé, suivant un court diamètre S.-O.—N.-E.

» Les images présentaient généralement des bords ondulants et diffus. L'observation à la lunette Biette était, en outre, gênée par le vent qui agitait la lunette installée en plein air.

Temps moyen de Paris.			
Équatorial coudé.	Équatorial Brünner.	Lunette Biette.	Phénomènes observés.
h m s 7.41.44,5*	h m s 7.41.43,7	h m s 7.41.45,6	Premier contact d'immersion du bord externe de l'anneau;
»	7.41.54,6	»	Premier contact d'immersion de la division Cassini;
7.42. 7,6 (1)	»	7.42. 5,6	Premier contact d'immersion du bord interne de l'anneau;
7.42.13,6	7.42.13,6	7.42.15,6	Premier contact d'immersion du globe;
7.43.39,4	7.43.38,6	7.43.36,3	Deuxième contact d'immersion du globe;
7.43.51,3	7.43.51,3	7.43.49,3	Deuxième contact d'immersion du bord interne de l'anneau;
7.44.20,0*	7.44.21,4*	7.44.20,9* (2)	Deuxième contact d'immersion du bord externe de l'anneau, disparition complète de l'anneau.
»	7.54.30,6 (3)	»	Immersion de Titan.
8.19.13,0*	8.19. 9,5	»	Émersion du premier bord externe de l'anneau, première apparition;
8.19.15,5	»	»	Émersion du premier bord interne de l'anneau;
8.20.32,3	8.20.27,3	8.20.33,3	Émersion du deuxième bord (bord apparent) du globe;
8.20.47,3 (5)	8.20.47,2	8.20.47,2 (4)	Émersion du deuxième bord externe de l'anneau, émersion complète.

* Les temps marqués d'un astérisque ont été observés au dixième de seconde; pour les autres, le dixième résulte de la réduction en temps moyen du temps sidéral observé à la seconde.

» *Remarques.* — (1) Dès $7^h 42^m 2^s,6$, un ligament gris, transparent, se forme entre le bord du limbe lunaire et le bord interne de l'anneau. Il s'accuse de plus en plus et devient plus foncé jusqu'au contact apparent noté à $7^h 42^m 7^s,6$.

» (2) Observation notée très bonne : la lunette, qui avait fortement vibré jusqu'alors, reste calme pendant un certain temps.

» (3) Dès $7^h 54^m 25^s,6$, Titan paraît diminuer d'éclat; l'immersion est notée peut-être un peu tard.

» (4) Observation notée *bonne :* lunette très peu agitée.

» (5) Incertitude d'une seconde : fortes ondulations du bord éclairé de la Lune. A l'émersion, Saturne paraît relativement très pâle : gris jaunâtre sale ou olivâtre.

» J. G., à l'équatorial Brünner, a, en outre, noté l'immersion de deux étoiles :

DM —22°.4478 (7,3) à $7^h 20^m 38^s,9$ TMP.,
DM —22°.4484 (7,5) à $8^h 4^m 58^s,6$ TMP.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes différentiels à intégrale générale uniforme.* Note de M. **Paul Painlevé**.

« Dans des travaux antérieurs, j'ai étudié les équations du second ordre dont l'intégrale générale est uniforme ou a ses points critiques fixes. J'ai dû constituer pour cela une double méthode [1] qui répond à ce double objet : 1° former des conditions *nécessaires* pour que l'équation ait ses points critiques fixes; 2° décider si ces conditions sont ou non *suffisantes*. Cette méthode, que j'ai déjà étendue au troisième ordre, comporte les applications les plus variées; étant donné un système quelconque d'équations différentielles ou aux dérivées partielles, dont l'intégrale générale ne dépend que d'un nombre *fini* de constantes, on peut dire que la méthode s'applique à tous les problèmes où l'on étudie l'intégrale *au point de vue de la théorie des fonctions;* par exemple, quand on se propose de rechercher si l'intégrale est une fonction à un nombre *fini* de branches, ou est dépourvue de singularités *transcendantes*, etc. Lors même qu'on se limite au domaine *réel*, la méthode ne perd rien de son importance. C'est ce que je voudrais montrer en énumérant quelques types de problèmes.

» I. *Problèmes de Mécanique.* — Comme type de tels problèmes, prenons le *mouvement d'un corps pesant fixé par un point.*

---

(1) *Comptes rendus,* avril 1900; *Bulletin de la Société mathématique de France,* août 1900.

» Mme Kowaleski, dans un Mémoire célèbre, a déterminé les cas où l'intégrale générale du système différentiel classique, qui définit ce mouvement, est fonction *méromorphe* du temps t (t réel ou imaginaire).

» Notre méthode permet de résoudre de la façon la plus rationnelle et la plus simple le problème plus général suivant :

» *Déterminer tous les cas où le mouvement du corps pesant est défini par des fonctions uniformes de t.*

» Les fonctions ne sont pas supposées *méromorphes,* mais peuvent, *a priori,* présenter des singularités essentielles quelconques.

» Pour ce problème particulier, on ne trouve pas d'ailleurs de cas nouveaux.

» II. *Inversion des différentielles totales. Fonctions abéliennes.*

» Considérons le système

$$(1)\quad P(x,y)\,dx + Q(x,y)\,dy = du, \qquad P_1(x,y)\,dx + Q_1(x,y)\,dy = dv,$$

dont les premiers membres sont des *différentielles* (*algébriques*) *totales.* Proposons-nous de déterminer les cas où les fonctions $x(u, v)$, $y(u, v)$ ainsi définies sont *uniformes.*

» Quand les différentielles exactes $P\,dx + Q\,dy$, $P_1\,dx + Q_1\,dy$ sont de première espèce, les fonctions $x(u, v)$, $y(u, v)$ sont des fonctions *abéliennes* non dégénérées : notre méthode permet de représenter ces fonctions par le quotient de fonctions *entières,* qui vérifient un système différentiel algébrique très simple et qui jouissent des propriétés de quasi-périodicité caractéristiques des fonctions intermédiaires θ. On peut ainsi constituer toute la théorie des fonctions abéliennes sans rien emprunter à la doctrine des surfaces de Riemann ni des fonctions θ.

» Quand les deux différentielles exactes ne sont pas de première espèce, la méthode permet d'élucider tous les cas qui se présentent et notamment de démontrer la célèbre proposition de Weierstrass sur les fonctions qui admettent *un théorème d'addition.*

» III. *Recherche des cas où l'intégrale générale d'un système différentiel n'admet pas de singularités transcendantes.*

» Considérons, pour fixer les idées, une équation

$$(2)\qquad y'' = \frac{P(y', y, x)}{Q(y', y, x)}$$

où P et Q sont des polynomes en y', y, x, et soient y'_0, y_0, x_0 des valeurs *qui*

annulent à la fois P *et* Q. Proposons-nous de reconnaître si les intégrales $y(x)$ définies par les conditions initiales y'_0, y_0, x_0 admettent ou non $x = x_0$ comme *point singulier transcendant*.

» La première partie de notre méthode fournit immédiatement une suite de conditions *nécessaires* pour que x_0 soit un point ordinaire ou algébrique des intégrales $y(x)$; la seconde partie donne la marche à suivre pour reconnaître si ces conditions sont suffisantes.

» IV. *Étude des intégrales d'un système différentiel dans le champ réel.* — Supposons qu'on ait démontré que les intégrales *réelles* d'un système différentiel réel (*analytique*) n'aient (dans le champ *réel*) d'autres singularités que des pôles. L'*intégration quantitative* du système réel est achevée; j'entends par là qu'on sait former des séries convergentes qui représentent les intégrales réelles dans tout le champ réel.

» Considérons, par exemple, les équations :

$$(3) \qquad y'' = y'\rho(y, x) + R(y, x),$$

où ρ et R sont des fractions rationnelles (réelles) en y, x qui ne deviennent infinies pour aucune valeur finie (réelle) de y, x. Notre méthode permet de déterminer *explicitement* tous les cas où les intégrales réelles $y(x)$ n'ont d'autres singularités que des pôles. Il faut d'abord que $\frac{f}{y}$ et $\frac{R}{y^3}$ restent finis pour $y = \infty$. Bornons-nous au cas où l'équation (3) est de la forme :

$$(4) \qquad y'' = \frac{P(y, x)}{Q(y, x)},$$

le degré de P en y surpassant de deux unités celui de Q. Moyennant une transformation linéaire effectuée sur y, il est loisible d'écrire l'équation (4) ainsi :

$$(5) \qquad y'' = by^2 + a(x) + \frac{b(x)(y^{q-1} + dx + y^{q-2} + \ldots)}{y^q + d(x)y^{q-1} + \ldots}.$$

Pour que l'intégrale réelle $y(x)$ de l'équation donnée n'ait d'autres singularités que des pôles, il faut et il suffit qu'après la transformation on ait : $b \equiv -\frac{a''(x)}{2}$. Cette condition remplie, l'intégrale réelle $y(x)$, définie par les conditions initiales réelles y'_0, y_0, x_0, est représentable pour toutes les valeurs réelles de x par le quotient de deux séries de polynomes en x, dont les coefficients se calculent par dérivations successives. »

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction de l'air par détente avec production de travail extérieur.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une précédente Note (¹), j'ai indiqué que l'insuccès de mes essais sur l'extraction de l'oxygène de l'air par dissolution à basse température m'avait conduit à me tourner dans une nouvelle direction.

» En réponse aux observations que MM. Berthelot et Darboux ont bien voulu faire à ce sujet, j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie que mes nouvelles recherches ont été poursuivies précisément dans cette voie de la liquéfaction industrielle de l'air, dont les admirables travaux du professeur Linde nous ont ouvert l'accès.

» Bien que l'oxygène ait déjà été obtenu très économiquement par cet intermédiaire de la liquéfaction, son prix est encore resté trop élevé pour beaucoup d'applications éventuelles des plus importantes. Cela provient, en grande partie, du coût trop élevé jusqu'ici de la liquéfaction, de sorte que la première chose à faire, dans l'ordre d'idées que je me suis tracé, consiste à rendre plus économique la production de l'air liquide.

» On sait que les premières tentatives faites pour arriver à la liquéfaction *industrielle* de l'air (Siemens, 1860; Solvay, 1885; Hampson, etc.) ont mis en jeu le principe de la détente *avec* travail extérieur récupérable, et que ces essais ont échoué pour différentes causes, dont les principales paraissent avoir résidé dans l'énergie du réchauffement par la chaleur ambiante, et surtout dans la difficulté d'assurer le graissage des organes mobiles de la machine de détente (piston, tiroirs, etc.), dans les conditions extrêmes de température auxquelles ils sont soumis. C'est ce qui a engagé M. Linde à recourir à un principe nouveau (détente *sans* production de travail extérieur) qui lui a permis de résoudre industriellement le problème.

» Néanmoins, la théorie indique que la première méthode permettrait d'arriver à un meilleur rendement si l'on parvenait à éliminer ses inconvénients.

» C'est ce qui m'a conduit à entreprendre des essais dont j'indiquerai ci-après les résultats et dans lesquels la difficulté d'assurer le graissage des organes mobiles m'est apparue comme l'obstacle capital.

» Or, l'air liquide *mouille* les métaux. On peut donc espérer que si, dans une machine à piston et tiroir, par exemple, combinée avec un échangeur

(¹) *Comptes rendus*, 20 août 1900.

de température convenable, la liquéfaction de l'air, du fait de la détente, pouvait commencer *dès la mise en marche,* la lubréfaction serait assurée automatiquement par l'air liquide même, au même titre que les organes d'une turbine sont lubréfiés par l'eau.

» Le difficile semble donc être de franchir la période initiale. Une première idée vient à l'esprit pour la résoudre : supprimer purement et simplement cette période difficile et, pour cela, refroidir préalablement la machine de détente et l'échangeur, à l'aide d'air liquide puisé à une autre source, ou d'une détente Linde, à un point suffisant pour que la liquéfaction commence dès la mise en marche et assure la lubréfaction.

» Mais j'ai été amené, au cours de mes essais, à un moyen beaucoup plus simple, consistant à partir de la température ambiante et à assurer le graissage de la machine à l'aide de liquides convenables, à points de congélation graduellement décroissants à mesure du refroidissement.

» J'ai obtenu les meilleurs résultats d'un mélange de valvoline légère avec une proportion croissante d'éther de pétrole, dont j'ai déjà utilisé, pour des recherches antérieures (¹) le point de congélation très bas (—160° à —170°), signalé d'autre part par M. Kolraush.

» Grâce à l'obligeance extrême de M. Monmerqué, ingénieur en chef de la Compagnie des Omnibus, j'ai pu effectuer ces essais à l'usine des tramways de Saint-Augustin-Cours de Vincennes, où l'air comprimé, fourni sous une pression de 60 atmosphères, alimente, après purification, un moteur à piston et tiroir de 1^{lit} de capacité de cylindre, en relation avec un échangeur de températures pesant près de 700^{kg}, comportant une surface d'échange de $7^{mq},5$.

» En partant d'une pression initiale de 20 à 25 atmosphères seulement, la machine développe, à la vitesse de 180 tours par minute et avec un coefficient d'admission de $\frac{1}{5}$, une puissance maxima de près de six chevaux, absorbée par une dynamo. Dans ces conditions, la température, indiquée par des couples thermo-électriques fer-constantan, s'abaisse en une heure et demie environ à —140° à l'échappement; à partir de ce moment, *tout graissage est supprimé,* la température à l'échappement s'abaissant progressivement à —171°, sans que la marche de la machine cesse d'être absolument silencieuse et parfaite, pendant un temps qui a été à plusieurs reprises de cinq à six heures consécutives. Il semble donc que l'hypothèse fondamentale de l'autolubréfaction soit complètement vérifiée, l'air liquide se formant certainement en buée à la fin de chaque détente, et cette buée suffisant pour assurer le graissage.

» Toutefois, de l'air liquide n'a pas été extrait de la machine dans ces premiers essais. Il n'y a pas lieu d'en être étonné :

» La machine, de même que tout le matériel, avait été prévue pour la pression

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXVIII; 1899.

maxima disponible à l'usine, c'est-à-dire 60 atmosphères : mais avec une telle pression, l'interposition de matières lubréfiantes entre la glace et le tiroir a été absolument impossible, celui-ci n'étant pas équilibré ; d'où, lors de mes premières tentatives, des grippements perpétuels, qui m'ont obligé à abaisser la pression à un maximum de 25 atmosphères. Or, à cette faible pression, la puissance développée est 2,5 fois plus faible qu'il n'avait été prévu, et le refroidissement ne peut atteindre tout à fait la limite voulue, contre-balancé qu'il est par les pertes dues aux fuites et au réchauffement par la chaleur ambiante : si l'on veut augmenter le plus possible cette puissance en ouvrant à l'air libre l'extrémité du second compartiment de l'échangeur, de manière à supprimer la contre-pression de 5 atmosphères qui subsiste à la fin de la détente de 25 à 5 atmosphères, on augmente effectivement beaucoup la puissance, mais on augmente énormément en même temps la vitesse de l'air détendu dans l'échangeur, d'où il sort sans avoir eu le temps de céder tout son froid. Cette restitution incomplète est mise en évidence par un écart de température atteignant finalement 30°, entre l'air d'admission et l'air d'échappement, ce qui, eu égard au poids d'air traversant l'appareil, correspond à une partie de la puissance frigorifique de 2500 calories à l'heure, emportée par l'air d'échappement et perdues sans profit.

» Le seul remède, avec les appareils en question, serait donc bien de marcher à plus haute pression, car on pourrait ainsi conserver dans l'échangeur une contre-pression suffisante pour assurer une faible vitesse de l'air détendu et un bon échange, sans cesser d'avoir une puissance très grande.

» Je pense, néanmoins, que ces essais peuvent être considérés comme très encourageants, puisqu'ils indiquent d'abord, d'une façon absolue, la possibilité de la marche de machines motrices dans les conditions de température qui accompagnent la liquéfaction de l'air et ont permis de dépasser considérablement la limite de température atteinte jusqu'ici à l'aide de la détente avec travail extérieur, soit −95° dans les essais de M. Solvay. D'autre part, la faiblesse de la pression qui a provoqué les abaissements énormes de température mentionnés ci-dessus, surtout si l'on tient compte de l'imperfection de l'échange des températures et des défauts graves du moteur employé, met en relief d'une manière remarquable l'extrême efficacité de la détente avec travail extérieur récupérable (¹) et peut faire penser que les nouveaux essais que j'espère pouvoir entreprendre m'amèneront à la liquéfaction économique de l'air. »

(¹) Dans des essais faits avec un échangeur beaucoup plus léger, j'ai pu obtenir des températures du même ordre, soit −160°, en partant d'une pression bien plus faible encore, soit 7 atmosphères.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la cohésion diélectrique des gaz et des vapeurs.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Les phénomènes décrits dans mes Notes antérieures (¹) sont très généraux. J'ai pu les observer, en particulier, sur un grand nombre de vapeurs, parmi lesquelles je signalerai la vapeur d'eau.

» Contrairement à un préjugé assez répandu, la vapeur d'eau est, par elle-même, parfaitement isolante. S'il paraît en être autrement dans les circonstances habituelles, cela tient exclusivement à un dépôt de buée conductrice qui se forme à la surface des corps isolants, surtout au voisinage de la saturation. Ce dépôt, qui se forme aussi sur la paroi interne de mon ballon, serait un obstacle absolu à l'application de ma méthode, s'il ne se détruisait de lui-même quand la pression s'abaisse suffisamment. Vers la température de 22°, la buée a disparu et les expériences sont devenues possibles à partir d'une pression de 5^{mm}.

» Les expériences sur les vapeurs de corps un peu éloignés de leur point d'ébullition sont très aisées et présentent une garantie spéciale d'exactitude, car la jauge de Mac-Leod fournit un moyen physique aussi sûr que commode pour s'assurer de leur pureté (²).

» Voici le résumé des mesures relatives à la vapeur d'eau :

	y.		
Pression.	Observé.	Calculé.	Différence.
$0^{cm},539$	600	603	+ 3
0,396	525	531	+ 6
0,267	470	466	− 4
0,077	385	389	+ 4
0,00723	560	538	−22
0,00550	640	686	+46

» Ces nombres sont suffisants pour déterminer, au moins provisoirement, les coefficients relatifs à la vapeur d'eau. On trouve

$$y = 333 + 500p + \frac{0,00106}{p^2}.$$

(¹) *Voir* p. 443 et 469 de ce volume.

(²) Cet avantage est contre-balancé par un inconvénient. On ne peut exécuter de mesures à la jauge qu'à des pressions assez basses pour que la vapeur comprimée dans le tube divisé de l'appareil n'y atteigne pas encore sa pression maximum. Les expériences présentent donc une lacune au-dessous de $0^{mm},5$, quand la précision des mesures barométriques devient insuffisante et qu'on ne peut encore utiliser la jauge.

» Cette formule rentre comme cas particulier dans la formule plus générale que j'ai donnée antérieurement. Il suffit d'y faire $n = 0$. La formule simplifiée

$$y = a + bp + \frac{c}{p^2}$$

représente une courbe qui n'a plus de point d'inflexion : elle est entièrement comprise dans l'intervalle de ses asymptotes.

» La formule simplifiée s'applique à toutes les vapeurs que j'ai étudiées. Elle convient également à l'acétylène et au gaz d'éclairage, pour lesquels j'ai trouvé :

Acétylène .... $y = 264 + 740\,p + \frac{0{,}005}{p^2}$,

Gaz d'éclairage .... $y = 279 + 480\,p + \frac{0{,}04}{p^2}$.

» Le gaz d'éclairage, mélange complexe riche en hydrogène et en carbures, se rapproche de l'hydrogène par la grandeur du coefficient c, tandis qu'il ressemble aux carbures par la grandeur relative du coefficient b.

» La vapeur d'alcool méthylique est, après la vapeur d'eau, la seule pour laquelle j'aie déterminé tous les coefficients. Les observations sont représentées par la formule

Alcool méthylique............ $y = 375 + 616\,p + \frac{0{,}006}{p^2}$.

» Avec les autres vapeurs, qui toutes attaquent la graisse des robinets, les expériences ne pouvaient durer que quelques heures. J'ai dû me borner à employer des pressions supérieures à 1^{mm} et renoncer à déterminer le coefficient c.

» Le Tableau suivant, relatif à la vapeur d'acétone, montre d'ailleurs que, dans ces limites, la courbe peut être confondue avec son asymptote :

Acétone, $t = 24°,15$.

Pression.	y. Observé.	y. Calculé.	Différences.
cm 1,587	2120	2101	— 19
1,246	1700	1726	+ 26
1,038	1530	1497	— 33
0,588	1000	1002	+ 2
0,116	475	483	+ 8
0,01432	365	371	+ 6

$$y = 325 + 1100p.$$

» Le Tableau suivant réunit les valeurs de a et de b relatives à toutes les vapeurs que j'ai étudiées :

Vapeurs.	Température.	a.	b.
Eau	22°,0	333	500
Alcool méthylique	22,3	375	616
Alcool ordinaire	22,8	364	800
Éther	26,4	360	1000
Formiate de méthyle	29,5	364	1020
Propionate d'éthyle	28,7	312	1083
Acétone	24,1	355	1100
Formiate d'éthyle	31.8	360	1110
Acétate de méthyle	28,7	369	1250
Sulfure de carbone	29,6	337	1510
Toluène	28,7	380	1610
Benzine	28,8	377	1670
	Moyenne	357	

» Pour tous ces corps, le coefficient a est très sensiblement le même. Le coefficient b varie au contraire largement.

» On peut essayer de comparer les valeurs relatives de b aux chemins moyens moléculaires, pour reconnaître si la relation approchée de M. Max Wolf subsiste toujours. Malheureusement, on doit faire usage des valeurs du coefficient de frottement interne, déterminées par divers expérimentateurs dans des conditions peu comparables. Tout ce que l'on peut dire, c'est que l'ordre dans lequel se rangent les coefficients b est, à quelques inversions près, l'ordre inverse des chemins moyens, et qu'on constate le plus souvent une proportionnalité grossière, analogue à celle qui se présente pour l'hydrogène et l'acide carbonique.

» On peut aussi, mais avec moins de succès, comparer l'ordre des valeurs de b à celui des valeurs de la constante diélectrique K. Il y a des analogies et quelques inversions, mais il n'y a pas de proportionnalité, même approchée, entre les valeurs de ce coefficient b et celles de $K - 1$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les modifications des propriétés électriques et organiques des câbles, sous l'action prolongée des courants.* Note de M. **Georges Rheins.**

« Lorsqu'un câble est soumis à l'action d'un courant de sens variable, caractérisé par des flux égaux d'électricité contraires, il conserve intactes toutes ses propriétés électriques et organiques.

» S'il est soumis à l'action d'un courant toujours de même sens, il semble perdre ses propriétés électriques et organiques, dans un ordre qui reste toujours le même, et passer par quatre états caractérisés par la perte complète d'une propriété électrique et la variation des propriétés encore conservées. Leur ordre de disparition est le suivant :

» Self-induction;

» Capacité;

» Isolement;

» Conductibilité.

» Cette action est due à la pénétration lente du métal de l'âme dans le diélectrique; elle est indépendante de celui-ci, puisqu'elle a été prouvée pour des câbles sous gutta et sous papier. Dans les deux cas, on a trouvé le cuivre de l'âme dans le diélectrique.

» Pour des câbles sous gutta, en service depuis vingt ans, le cuivre avait pénétré jusqu'à la couche extérieure du câble constitué par deux couches de gutta séparées par du chatterton.

» Dans les câbles sous papier en service depuis quatre ans et constitués également par deux couches de papier, la couche interne seule contenait du cuivre.

» La cause de la pénétration du cuivre de l'âme dans le diélectrique est assez complexe, puisqu'elle semble dépendre à la fois de la nature et des particularités du courant, et de la nature du milieu dans lequel est placé le câble. La comparaison des cas observés permettra sans doute de distinguer la cause effective. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles recherches sur le pouvoir absorbant de l'hémoglobine pour l'oxygène et l'oxyde de carbone*, par **M. L.-G. de Saint-Martin**.

« Dans un précédent travail [1] j'ai démontré que 1^{gr} d'hémoglobine de bœuf absorbe toujours le même volume d'oxygène ou d'oxyde de carbone, mais que ce pouvoir absorbant, égal pour ces deux gaz, ne peut être envisagé, contrairement à l'opinion généralement admise, comme ayant une valeur fixe. En regard d'un grand nombre de résultats concordant avec le dernier chiffre publié par G. Hüfner [2] (1^{cc},34 pour 1^{gr} d'hé-

(1) L.-G. de Saint-Martin, *Communication au Congrès de Physiologie de Cambridge*, août 1898.

(2) G. Hüfner, *Arch. für Anat. und Physiol.; Physiol. Abteilung*, 1894; p. 130.

moglobine) j'obtenais d'autres nombres présentant, avec cette moyenne, des écarts notables, impossibles à expliquer soit par une altération de l'hémoglobine, soit par des erreurs expérimentales ([1]).

» J'ai depuis lors étendu ces recherches aux sangs de l'homme et du chien, et j'ai constaté les mêmes anomalies, avec cette particularité toutefois que, pour ces deux espèces de sang, les chiffres exceptionnels sont toujours au-dessous et jamais au-dessus de la moyenne ($1^{cc},34$).

» Les résultats que j'ai obtenus sont réunis dans les deux Tableaux ci-dessous :

Tableau I. — *Sang humain* ([2]).

	Provenance et diagnostic.	Hémoglobine contenue dans 100cc.	Valeur du rapport $\frac{A_0}{A'_0}$.	Extrait sec de 100cc.	Pouvoir absorbant de 1gr d'hémoglobine.	Pouvoir absorbant de 100cc de sang.	Numération globulaire
		gr		gr	cc	cc	
H. 54 ans.	Cirrhose hypertrophique	11,68	1,61	»	1,305	23,30	»
H. 62 ans.	Granulie	17,86	1,61	24,87	»	»	»
H. 73 ans.	Artério-sclérose et myocardite scléreuse. Insuffisance aortique et hyposystolie	13,17	1,63	19,67	1,19	15,71	»
F. 62 ans.	Cirrhose atrophique. Éthylisme	12,60	1,60	20,72	1,33	16,80	»
H. 75 ans.	Urémie	13,97	1,60	20,40	1,26	17,60	»
H. 38 ans.	Pneumonie franche	13,01	1,61	18,91	1,22	15,87	»
H. 2 ans.	Cyanose	16,86	1,64	»	1,18	20,04	7200000
F. 10 ans.	Cyanose et tuberculose. 1	20,70	1,62	»	»	»	7100000
F. 10 ans.	Cyanose et tuberculose. 2	20,70	1,59	28,25	1,26	26,10	6850000
H. 31 ans.	Syphilis ancienne sans accidents présents	15,94	1,60	»	1,34	21,36	4700000

Tableau II. — *Sang de chien.*

Date de l'analyse.	Hémoglobine de 100cc.	Valeur de $\frac{E'}{E} = \frac{A_0}{A'_0}$.	Extrait sec de 100cc.	Pouvoir absorbant de 1gr d'hémoglobine.	Pouvoir absorbant de 100cc de sang.
	gr		gr	cc	cc
Même chien. 20 décembre 1898	17,35	1,60	»	1,35	23,49
Même chien. 27 » »	12,26	1,62	»	1,22	14,95
10 janvier 1899	18,70	1,59	»	1,35	25,24
31 janvier 1899	18,91	1,63	26,00	1,33	25,74
20 juillet 1899	14,13	1,61	»	1,34	18,95
20 janvier 1900	12,70	1,60	19,82	1,20	15,24
17 mai 1900	18,95	1,61	»	1,35	25,66

([1]) Pour la technique et sa justification, voir : L.-G. de Saint-Martin, *Journal de Physiologie et de Pathologie générales*, t. I, p. 103, et numéro de septembre 1900.

([2]) Je dois adresser ici tous mes remercîments à M. le Dr H. Napias, directeur de l'Assistance publique, et à MM. les Médecins chefs de service Variot et Gilbert, grâce auxquels j'ai pu me procurer les échantillons de sang humain provenant d'émissions sanguines (ventouses scarifiées, saignées) ordonnées dans un but thérapeutique; et aussi à M. le professeur Dastre, qui a mis à ma disposition tous les échantillons de sang de chien nécessaires à mes expériences.

» L'examen, colonne par colonne, de ces deux Tableaux entraîne les conclusions suivantes :

» *a. Richesse en hémoglobine.* — Les chiffres d'hémoglobine, tant pour le sang de l'homme que pour celui du chien, sont, en général, plus forts que tous ceux qui ont été publiés jusqu'ici. Ils ne concordent qu'avec les moyennes établies par Otto ([1]). Ces différences, de même que l'exagération des chiffres autrefois publiés pour le pouvoir absorbant de 1^{gr} d'hémoglobine, s'expliquent également par l'adoption, sur la foi d'Hoppe-Seyler, du chiffre trop élevé de 0,43 pour 100 pour le fer de l'hémoglobine.

» *b. Valeur du rapport* $\frac{E'}{E} = \frac{A_0}{A'_0}$ ([2]). — La détermination du rapport des coefficients d'extinction d'une dilution sanguine est le moyen le plus sûr d'apprécier un commencement d'altération de l'hémoglobine. L'examen spectroscopique seul, bien moins sensible, est loin d'avoir à cet effet la valeur qu'on lui attribue.

» Avec le spectrophotomètre de Hüfner dont je me sers, la valeur du rapport $\frac{E'}{E} = \frac{A'_0}{A_0}$ est de 1,61, moyenne de douze nombres compris entre 1,592 minimum et 1,633 maximum. Je suis donc conduit à considérer comme inaltérée l'hémoglobine contenue dans les dilutions sanguines donnant, pour ce rapport, des nombres compris entre ces limites. Au contraire, une solution de sang bien aérée, ne pouvant renfermer par suite trace d'hémoglobine réduite, qui fournira pour valeur de ce rapport un nombre inférieur à 1,59, devra être regardée comme altérée, très probablement par la méthémoglobine. La transformation en ce dérivé de 5 à 6 pour 100 de l'hémoglobine totale renfermée dans le sang peut être ainsi nettement caractérisée. Aucun des nombres portés dans les deux Tableaux précédents pour $\frac{E'}{E}$ n'étant inférieur à 1,59, il est impossible d'expliquer par une méthémoglobinisation partielle l'abaissement du pouvoir absorbant de l'hémoglobine.

» *c. Extrait sec du sang.* — On arrive plus facilement à dessécher, jusqu'à poids constant, le sang oxalaté que le sang entier non défibriné. On doit, bien entendu, défalquer du poids de l'extrait sec celui de l'oxalate ajouté pour empêcher la coagulation. Si l'on soustrait du poids de l'extrait sec

---

([1]) J. Otto, *Pflüger's Archiv*, t. XXXVI, p. 12.

([2]) On sait qu'on représente par A_0 et A'_0 les rapports d'absorption de l'hémoglobine, et par E et E' les coefficients d'extinction d'une solution sanguine dans les régions $\lambda = (568,3\text{-}557,2)$ et $\lambda = (549\text{-}538)$ du spectre.

celui de l'héméglobine, il reste un nombre variant dans des limites étroites (6^{gr} à 9^{gr} pour 100^{cc} de sang). En un mot, les variations de l'extrait sec tiennent, presque en totalité, à celles de l'hémoglobine.

» *d. Pouvoir absorbant de l'hémoglobine.* — Pour les sangs de l'homme et du chien, les résultats se divisent nettement en deux groupes : l'un, dans lequel les nombres obtenus sont sensiblement égaux à la moyenne de Hüfner ; l'autre, dans lequel il y a une diminution plus ou moins prononcée du pouvoir absorbant de l'hémoglobine, sans que cette diminution puisse être mise sur le compte d'une altération du pigment sanguin sensible aux mesures spectrophotométriques.

» Ma conclusion est qu'il est impossible, surtout dans les cas pathologiques, de doser l'hémoglobine au moyen de la mesure du pouvoir absorbant du sang. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les nitrocelluloses.* Note de M. **Léo Vignon.**

« Dans une Communication précédente (*Comptes rendus,* 6 juin 1898), j'ai montré que les produits obtenus en nitrant au maximum la cellulose, l'hydrocellulose et l'oxycellulose, réduisent énergiquement la liqueur cupropotassique et agissent sur le réactif de Schitt (fuchsine-acide sulfureux). J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de l'étude que je viens de faire sur le pouvoir réducteur des dérivés nitrés de la cellulose, et sur la création de ces propriétés réductrices par la nitration.

» Deux échantillons de nitrocellulose A et B et de nitro-oxycellulose A' et B' ont été préparés. Pour le premier de chaque série, la nitration a été poussée à son maximum ; on a cherché à obtenir, avec le second, un produit faiblement nitré.

A. *Cellulose nitrée au maximum.*

Coton purifié et sec..........	10^{gr}	Vingt-quatre heures de contact
Acide sulfurique à 66°.........	40	à la
Acide nitrique ($d=1,5$)......	120	température ordinaire.

B. *Cellulose faiblement nitrée.*

Coton purifié................	10^{gr}	Cinq minutes de contact
Acide sulfurique à 66°.........	200	à la
Nitrate de potassium..........	100	température ordinaire.

» Les mêmes opérations de nitration ont été effectuées en substituant de l'oxycellulose (préparée au chlorate de potassium + HCl) à la cellulose.

» On a obtenu ainsi quatre produits, dans lesquels on a dosé l'azote pour mesurer le degré de nitration obtenu.

Dosage de l'azote.

		Azote pour 100.
Cellulose	nitrée au maximum A	13,50
	nitrée au minimum B	8,19
Oxycellulose	nitrée au maximum A'	13,90
	nitrée au minimum B'	8,56
La cellulose mononitrée (formule en C^6) exige		6,76
» dinitrée »		11,10
» trinitrée »		14,10

» Les produits nitrés au maximum se rapprochent donc beaucoup de la cellulose (ou de l'oxycellulose) trinitrée, les produits nitrés au minimum étant plus voisins du dérivé mononitré que de la cellulose (ou de l'oxycellulose) dinitrée.

» *Propriétés réductrices.* — Tous ces dérivés nitrés réduisent énergiquement la liqueur de Fehling à l'ébullition.

» J'ai recherché si le pouvoir réducteur est lié au degré de nitration, ou à l'état de la cellulose soumise à la nitration (cellulose ou oxycellulose).

» Le pouvoir réducteur de chaque produit A, B, A', B' a été mesuré en faisant agir un certain poids de la substance étudiée sur un excès de la liqueur cupropotassique Pasteur, à la température de l'ébullition maintenue pendant dix minutes. L'excès de la liqueur cupropotassique, constaté par la coloration bleue du liquide surnageant, était ensuite dosé par la solution titrée de sucre à 0gr,5 de saccharose pour 100.

» En prenant pour terme de comparaison le sucre interverti, j'ai trouvé :

		Nombre de centimètres cubes de liqueur de Pasteur réduits par 100gr de substance.
Sucre interverti	»	17767
Cellulose nitrée au maximum	A (13,5 pour 100 Az)	3640
Oxycellulose nitrée au maximum	A' (13,9 pour 100 Az)	3600
Cellulose nitrée au minimum	B (8,19 pour 100 Az)	3700
Oxycellulose nitrée au minimum	B' (8,56 pour 100 Az)	3620

» On peut conclure de ces nombres :

» 1° Que les celluloses et oxycelluloses nitrées réduisent énergiquement la liqueur cupropotassique;

» 2° Que leur pouvoir réducteur est indépendant du degré de nitration de la cellulose ou de l'oxycellulose;

» 3° Que le pouvoir réducteur est à peu près le même pour la cellulose nitrée et l'oxycellulose nitrée;

» 4° Enfin que le pouvoir réducteur, sensiblement constant, quelle que soit la nitrocellulose ou la nitro-oxycellulose considérée, est environ le $\frac{1}{5}$ de celui du sucre interverti.

» Pour interpréter ces résultats, il faut en outre se reporter aux propriétés de l'oxycellulose (*Comptes rendus*, 20 septembre 1897), qui réduit très énergiquement la liqueur cupropotassique, tandis que la cellulose et l'hydrocellulose sont privées de pouvoir réducteur.

» Étant données les conditions de formation de l'oxycellulose, on doit admettre que, lorsqu'on fait fait agir l'acide nitrique sur la cellulose, il y a formation d'oxycellulose en même temps que la nitration s'effectue. Le produit que l'on obtient, pour une nitration totale ou partielle, n'est pas de la *nitrocellulose*, mais de la *nitro-oxycellulose*. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur le bois de Conifères des tourbières*. Note de M. L. **Géneau de Lamarlière**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait déjà par les recherches de M. B. Renault [1] que les végétaux qui composent la tourbe sont profondément modifiés par des microorganismes. Ayant eu l'occasion d'examiner des échantillons de bois de Conifères fraîchement extraits des tourbières du marais de Saint-Gond, dans la vallée du Petit-Morin (Marne), j'ai pu faire les observations suivantes :

» Les fragments à l'état humide sont assez mous et facilement compressibles entre les doigts. Sous le rasoir ils se coupent avec une très grande facilité, et montrent encore au microscope la structure très nette du bois des Conifères. Cependant une première modification frappe immédiatement l'œil. Dans les parois des cellules, la lame intercellulaire, tout à fait mince, sauf aux angles, où elle s'épaissit davantage, est restée très réfringente,

---

(1) B. Renault : *Sur la constitution des tourbes* (*Comptes rendus*, p. 825, 2e semestre 1898).

tandis que le reste de la paroi épaissie, qui dans beaucoup de cellules paraît se détacher facilement, est opaque, granuleuse et colorée en brun.

» A ces modifications optiques, correspondent des modifications chimiques importantes dont voici les principales :

» Tandis que, dans le bois de Conifères récent, les réactions de la lignine sont très nettes dans toute l'étendue des tissus, elles le sont beaucoup moins dans le bois de Conifères des tourbières. Seule la lame intercellulaire paraît être restée intacte sous ce rapport. Le reste des parois cellulaires ne présente pas les réactions de la lignine.

» Les réactifs colorants de la callose, comme le bleu d'aniline, le bleu lumière, le bleu de diphénylamine, l'acide rosolique, qui ont peu d'affinité pour le bois normal, se fixent bien, surtout les divers bleus, sur les portions internes de la membrane et les colorent vivement. Mais la lame intercellulaire se colore en jaune clair très net, montrant par là une différence remarquable de composition.

» Les réactifs de la cellulose donnent également des résultats intéressants. L'action de l'iode succédant à celle des acides phosphorique ou sulfurique étendus laisse voir çà et là des traces de la cellulose qui existerait encore dans les lames internes des membranes.

» Quant aux réactifs des substances pectiques, rouge de ruthénium, rose de Magdala, ils se fixent sur la substance intercellulaire, mais n'ont que des affinités douteuses avec les portions attaquées de la paroi.

» Les réactions précédentes s'obtiennent sur des matériaux colorés sans traitement préliminaire. Si l'on fait subir au bois des tourbières l'action du chlore (chlorate de potassium dans l'acide chlorhydrique), la lame interne épaissie des parois cellulaires devient soluble instantanément dans la potasse, l'ammoniaque, le carbonate de soude à froid et l'hyposulfite de soude à chaud. En neutralisant la potasse ou l'ammoniaque dans la solution, on obtient un précipité floconneux brunâtre. Rien de pareil ne s'obtient avec le bois de Conifères des tourbières qui n'a pas subi le traitement par le chlore, ou avec le bois de Conifères normal.

» Le bois de tourbières, traité par le chlore, ne montre plus de traces de lignine, pas plus que de cellulose. Au contraire, la plupart des réactions de la callose paraissent se maintenir.

» En résumé, dans le bois de Conifères des tourbières, la lame intercellulaire, formée de composés pectiques et de lignine, reste intacte alors que la portion interne des membranes des trachéides a été fortement attaquée et modifiée par l'action microbienne. La lignine et la cellulose, décomposées probablement par l'action microbienne, ont disparu. Il ne reste qu'une substance amorphe soluble dans la potasse, l'ammoniaque, etc., après l'action du chlore. Cette matière présente les principales propriétés de la callose sans que l'on puisse affirmer cependant qu'il y ait identité entre les deux substances. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence du milieu sec et du milieu humide sur la structure des végétaux* (¹). Note de M. **Eberhardt**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note précédente (²), j'ai indiqué quelles sont les modifications externes que le milieu sec et le milieu humide peuvent apporter dans le développement des végétaux, par rapport à l'air normal. Le but de la présente Note est de montrer quelles sont les modifications que ces mêmes milieux produisent dans la structure anatomique.

» Les expériences ont été disposées comme je l'ai déjà décrit et ont eu une durée variant d'un mois et demi à deux mois. Les coupes ont été faites ensuite dans des parties comparables : les tiges obtenues avaient, en général, le même nombre d'entre-nœuds, tout en ayant des longueurs différentes. Ce sont les entre-nœuds de même numéro qui doivent être et qui ont été comparés entre eux.

» Les espèces étudiées m'ont toutes fourni des résultats analogues. Je me bornerai à décrire ici deux exemples seulement : *Faba vulgaris* et *Colutea arborescens*. Dans le premier exemple, les plantes provenaient de germinations; dans le second, il s'agissait de branches d'un même arbre, introduites dans des cloches où régnait de l'air soit sec, soit humide.

» 1° *Faba vulgaris*. — Pour les trois milieux, les coupes sont faites à une hauteur correspondant à la région moyenne du premier entre-nœud.

» Dans le but de faciliter la description, je désigne par A le milieu sec, par B le milieu normal, par C le milieu humide.

» En A, l'épiderme présente des cellules isodiamétriques à paroi externe très cutinisée, alors qu'en B les cellules sont légèrement plus grandes et que la cutinisation y est à peine indiquée. Le nombre des stomates est plus grand dans l'air sec. L'assise sous-épidermique y possède des cellules dont les parois sont assez épaissies; quant à celles des assises suivantes, elles sont à parois minces, sans aucune particularité intéressante. La dernière assise corticale est en contact avec des paquets nettement différenciés de sclérenchyme formant presque un anneau complet, tandis qu'en B les paquets de sclérenchyme, à peine indiqués, ne se colorent pas par le vert d'iode et sont séparés les uns des autres par de larges espaces remplis de cellules parenchymateuses.

(¹) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la direction de M. Gaston Bonnier.

(²) Eberhardt, *Comptes rendus*, 10 juillet 1900.

» Le liber est limité à sa partie interne par une assise génératrice libéro-ligneuse très visible, même entre les faisceaux primaires, et la différenciation en ces points est si nettement accusée que les parois d'un certain nombre de vaisseaux se colorent déjà fortement par les réactifs de la lignine, formant avec les faisceaux primaires un anneau presque complet. En B l'assise génératrice est à peine visible; seuls les faisceaux primaires existent, composés d'un certain nombre de vaisseaux à parois moins épaisses que dans le milieu sec et séparés les uns des autres par du tissu encore parenchymateux. Les cellules de la moelle sont légèrement plus épaisses dans le milieu A que dans le milieu B.

» Dans la feuille, l'épiderme présente des cellules sensiblement égales de part et d'autre; mais, par unité de surface, les stomates sont plus nombreux dans l'air sec.

» Les différents tissus du mésophylle ont une différenciation plus accentuée en A qu'en B; de plus, dans le milieu sec, la feuille, si elle diminue en surface, gagne en épaisseur, et le tissu palissadique y est plus développé.

» 2° *Colutea arborescens.* — Pour cette plante, comme pour la précédente, la tige en A présente un épiderme dont les cellules sont plus petites qu'en B et dont la paroi externe a une cuticule plus épaisse. L'assise sous-épidermique commence à donner naissance au phellogène alors qu'en B nulle trace de cloisonnement n'existe encore dans les cellules de cette même assise. Viennent ensuite quatre assises de cellules à parois minces dont la dernière est en contact avec des paquets de sclérenchyme à peine séparés les uns des autres par une assise de cellules parenchymateuses; ces îlots nous présentent cinq assises de cellules nettement différenciées, à parois épaisses et très colorées par le vert d'iode. En B, ces îlots de sclérenchyme sont indiqués également, mais la lignification des parois cellulaires n'a pas encore commencé.

» La différence entre les deux milieux se fait surtout sentir dans l'anneau ligneux :

» En A, on trouve un anneau de bois complet et les vaisseaux ont leurs parois très épaisses. En B, le méristème ne fait que commencer à différencier les vaisseaux à parois encore minces et groupés par cinq ou six petits paquets que sépare un tissu purement parenchymateux.

» Dans le milieu sec, la moelle a un diamètre très faible, et ses cinq ou six assises les plus externes sont complètement lignifiées, augmentant ainsi l'appareil de soutien du végétal.

» Dans l'air normal la moelle est bien plus épaisse, et l'on n'y constate aucune lignification.

» Pour la feuille, les résultats obtenus sont les mêmes que ceux indiqués plus haut dans la Fève.

» Je n'entrerai pas dans des détails au sujet du milieu humide, mes expériences m'ayant toujours conduit à des résultats confirmant complètement ceux qui ont été signalés par M. Lothelier [1].

---

[1] Lothelier, *Recherches sur les tiges et les feuilles des plantes à piquants* (*Revue générale de Botanique*; 1893).

» *En résumé :* Par rapport à l'air normal, l'air sec a pour effet :

» 1° D'augmenter l'épaisseur de la cuticule épidermique et le nombre des stomates;

» 2° De rendre plus précoce la formation du liège;

» 3° D'augmenter la production du tissu ligneux; de hâter la différenciation des tissus de sclérenchyme, aussi bien dans la moelle que dans l'écorce;

» 4° De provoquer dans la feuille un développement plus considérable du tissu en palissade.

» Dans l'air humide la plante présente, au contraire, une différenciation moindre que dans l'air normal, surtout en ce qui concerne l'appareil de soutien. »

M. **Bodet** adresse une Note relative à une « Carafe hygiénique ».

(Commissaires : MM. Schlœsing, Mascart.)

M. **H. Semanne** adresse une Note relative à un « Relais téléphonique ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. **G. Camps** adresse une Note relative à diverses questions pouvant intéresser la défense nationale.

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 septembre 1900.

Théâtre des opérations en Chine : Environs de Pékin. — Plan de Pékin. Carte dressée, héliogr. et pub. par le Service géographique de l'Armée. Paris, 1900; 2 feuilles, format colombier. (Envoi de M. le Directeur du Service géographique de l'Armée.)

La Géographie physique et la Géologie à l'Exposition universelle de 1900, 1re et 2e Parties, par G. Ramond. Paris, imp. Oberthur, 1900; 2 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

L'Amour dans l'Univers; 8e addition, par L.-C.-E. Vial. Paris, 1900; 1 fac. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord, pendant l'année 1899, présenté par le Dr Thibaut; n° LVIII. Lille, L. Danel, 1900; 1 vol. in-8°.

Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous la direction et avec le concours de M. Jules Richard; fasc. XV : *Géphyriens (Sipunculides et Échiurides),* par C.-P. Sluiter; fasc. XVI : *Amphipodes,* par Ed. Chevreux. Imprimerie de Monaco, 1900; 1 fasc. et 1 vol. in-4°. (Offert par S. A. S. le Prince Albert de Monaco.)

Albert Ier, Prince de Monaco. Campagnes scientifiques. Histoire des Voyages. Carte IV. Paris, imp. Vieillemard fils et Cie; 1 feuille demi-grand-aigle.

Carte bathymétrique des îles Açores, d'après les Cartes françaises et anglaises, les sondages du Talisman, *du* Challenger, *de S. A. S. le Prince de Monaco* (Hirondelle *et* Princesse-Alice) *et de l'*Açôr, par M. J. Thoulet. Paris, imp. Vieillemard fils et Cie, 1899; 1 feuille demi-grand-aigle.

Exposition universelle de 1900. *Principauté de Monaco. Les Campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince Albert Ier de Monaco,* par le Dr Jules Richard. Imprimerie de Monaco, 1900; 1 fasc. in-8°.

Notice sur les instruments de précision construits par G. Coradi, *Zurich (Suisse).* Exposition universelle de 1900, Paris, groupe III, classe 15. Zurich, G. Aschmann; 1 fasc. in-18 oblong.

Ch.-S. Franco, *Calendario perpetuo mecanico,* Catania, 1888; une photographie format in-4°.

Der Bankrott der Darwin-Haeckel'schen Entwicklungstheorie und die Krönung des monistischen Gebäudes, von Eduard Loewenthal. Berlin, E. Ebering, 1900; 1 fasc. in-12.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz; Neue Folge, IXte Lieferung. Bern, 1900; 1 fasc. in-4°.

Nova acta Regiæ Societatis scientiarum Upsaliensis; ser. III, vol. XVIII, fasc. 2. Upsal, 1900; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 SEPTEMBRE 1900.

Exposition universelle de 1900. *Ministère de la Marine. Service hydrographique :* Groupe III, Classes 14 et 15, Groupe XVIII, Classe 119. Paris, Imprimerie Nationale, 1900, 1 fasc. in-8°.

Annuaire des Marées des côtes de France pour l'an 1901, par M. HATT et M. ROLLET DE L'ISLE; Service hydrographique de la Marine, n° 811. Paris, Imprimerie Nationale, 1900, 1 vol. in-16.

Tables des Marées de l'Indo-Chine, pour l'an 1901; Service hydrographique de la Marine, n° 813. Paris, Imprimerie Nationale, 1900, 1 fasc. in-16.

Tables des Marées de l'océan Indien, calculées pour l'année 1901; Service hydrographique de la Marine, n° 814. Paris, Imprimerie Nationale, 1900, 1 fasc. in-16.

Recherches rétrospectives sur l'art de la Distillation, historique de l'Alcool, de l'Alambic et de l'Alcoométrie, par J. DUJARDIN. Paris, chez l'Auteur, 1900, 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Sur la possibilité de prédire exactement le temps, aussi longtemps d'avance qu'on le désire, par N. DEMTSCHINSKY. Paris, Imprimerie de la Presse, 1900, 1 fasc. in-8°.

Canal de Navegacion de Santiago del Estero al Rio Parana, ALEJANDRO GANCEDO y FERNANDO SCHMATZER. Buenos-Aires, 1899, 1 fasc. in-8°.

Canal navegable de Santiago del Estero al Rio Parana, Conferencia dada en el Instituto geografico Argentino, por ALEJANDRO GANCEDO. Buenos-Aires, 1900, 1 fasc. in-12. (Hommage de l'Auteur.).

La Scienza pratica di GAETANO ROSSETTI, *ossia la vera sorgente della Febbre, della Tubercolosi, del Tifo,* ecc. Prima edizione. Torino, 1899, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Aerial cableways and tubular dispatchs. Consolidated Telpherage C°, Circular n° 7. New-York, U. S. A., 1900 1 fasc in-8°.

U. S. Department of Agriculture. Report of the chief of the section of

foreign markets, for 1899, by FRANK H. HITCHCOCK. Washington, 1899, 1 fasc. in-8°.

Wolken-Beobachtungen in Norwegen 1896-1897; herausgeg. v. dem Norwegischen meteorologischen Institut, bearbeitet v. N.-J FÖYN. Christiania, 1900, 1 fasc. in-4°.

Sitzungsberitche der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; XXIII-XXXVIII. Berlin, 1900, 10 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 SEPTEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarques relatives à la décomposition des éthers nitriques et de la nitroglycérine par les alcalis, et à la stabilité relative des matières explosives;* par M. **Berthelot**.

« Les éthers, en général, sont décomposés par les alcalis hydratés avec régénération de l'acide et de l'alcool qui les ont engendrés. Cependant les éthers nitriques offrent à cet égard certaines exceptions. Ainsi, j'ai observé que les éthers nitriques traités par des solutions alcalines concentrées peuvent régénérer les éthers méthylique et éthylique, au lieu des alcools correspondants ([1]).

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. LVIII, p. 447.

» En opérant avec de l'éther éthylnitrique pur, rectifié à point fixe, et de la potasse solide, renfermés ensemble dans un tube à 100°, j'ai observé qu'il se forme en abondance une matière brune et humique, semblable aux produits de l'aldéhyde traité par la potasse. Cette formation ne saurait avoir lieu, d'ailleurs, par le fait d'une simple régénération d'alcool, composé que la potasse solide n'attaque pas à 100°. En définitive, la réaction génératrice d'aldéhyde aurait donc été accomplie, non dans la préparation de l'éther nitrique, mais dans sa décomposition, un atome d'oxygène de l'acide nitrique, ou plutôt du nitrate de potasse, qui devait prendre naissance, s'étant porté sur l'alcool en fournissant du nitrile de potasse et de l'aldéhyde.

» Cette réaction dégage plus de chaleur qu'une simple régénération d'alcool, soit $+ 22^{\text{Cal}},5$ en plus, le calcul étant fait pour des liqueurs étendues, et, par conséquent, un chiffre notablement plus fort, en raison de l'état solide de la potasse et de la polymérisation de l'aldéhyde. — Ce sont là des circonstances très caractéristiques.

» Des phénomènes analogues et plus caractéristiques encore, parce qu'ils se passent dans des liqueurs plus étendues, ont été observés avec les éthers nitriques des alcools polyatomiques, notamment avec la nitroglycérine. En effet, elle régénère sous l'influence de la potasse, en même temps que de l'azotate de potasse, une dose plus ou moins considérable d'azotite de potasse. Or, si la régénération de l'acide azotique correspond à celle de la glycérine, celle de l'acide azoteux implique la formation simultanée d'un produit différent et plus oxydé, tel qu'un aldéhyde ou ses dérivés.

» Il y a deux manières de concevoir la réaction suivant que l'on suppose la formation de l'aldéhyde accomplie dans la préparation initiale de la nitroglycérine, ou seulement dans sa destruction par les alcalis, et il est possible que ces deux interprétations soient vraies simultanément pour un même échantillon. Envisageons d'abord la réaction normale :

$$C^3H^5(AzO^2)^3O^3 + 3KHO = C^3H^8O^3 + 3AzO^3K;$$

on aurait, par exemple,

$$C^3H^5(AzO^2)^3O^3 + 3KHO = C^3H^6O^3 + H^2O + 2AzO^3K + AzO^2K.$$

Mais la formation de quelque dose d'aldéhyde glycérique (¹) peut aussi

(¹) Cet aldéhyde étant susceptible de se changer en dérivé binitrique à cause de son caractère alcoolique propre.

avoir eu lieu dans la réaction initiale

$$C^3H^8O^3 + AzO^3H = C^3H^6O^3 = AzO^2H + H^2O,$$

l'acide azoteux entrant à mesure en combinaison avec la glycérine pour former un éther, par exemple un éther mixte ou un éther nitrosé-nitrique

$$C^3H^5(AzO^2)^2(AzO)O^3,$$

dont la composition centésimale ne se distinguerait guère de la nitroglycérine; ce serait un éther qui fournirait l'acide azoteux trouvé, en même temps que l'acide azotique.

» Les très intéressantes observations de M. Léo Vignon sur les nitrocelluloses jettent sur ces réactions une lumière nouvelle.

» Si je crois devoir les rappeler, c'est que cet ordre de phénomènes offre un intérêt spécial pour l'étude de la stabilité et de la conservation des matières explosives constituées par la nitroglycérine, la nitromannite et les autres dérivés nitriques.

» Dans le cas où certains échantillons de ces dérivés nitriques, de la nitroglycérine, par exemple, renfermeraient dans les conditions de leur préparation des doses plus ou moins fortes de dérivés azoteux et aldéhydiques, il est clair que de semblables échantillons auraient une stabilité moindre que les échantillons exempts d'un tel mélange.

» Or, un tel accident est surtout à craindre si l'on emploie dans les préparations un acide renfermant des vapeurs nitreuses.

» Une semblable impureté ne serait guère accusée par les méthodes d'analyse des composés nitriques le plus souvent usités aujourd'hui, lesquelles consistent à déterminer la dose de bioxyde d'azote régénérée dans leur réduction : cette dose, en effet, sera sensiblement la même pour le composé nitrique, pur ou mélangé avec un dérivé nitrosé.

» Ce sont là des circonstances fort importantes et sur lesquelles il m'a paru utile d'appeler l'attention. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome II des « Scientific papers of *J.-C. Adams* », publié par l'*University Press* de Cambridge.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la résolution nomographique de l'équation du septième degré.* Note de M. **Maurice d'Ocagne.**

« Dans une très intéressante Communication, faite récemment devant le Congrès des Mathématiciens (¹), M. D. Hilbert, passant en revue les divers domaines où s'exerce aujourd'hui l'activité des géomètres, signalait à leur attention divers problèmes dont il serait, selon lui, désirable de posséder la solution. Parmi ceux-ci figure, sous le n° 13, un problème consistant à démontrer l'impossibilité de la résolution nomographique de l'équation du septième degré. Or, comme on va le voir plus loin, cette résolution se fait très aisément par la *méthode des points alignés à deux cotes* (²). Nous croyons donc devoir commenter en quelques mots la question posée par M. Hilbert, qui ne vise, ainsi que cela résulte des explications mêmes de l'auteur, qu'un certain mode de représentation nomographique.

» C'est en combinant convenablement des systèmes d'éléments géométriques dépendant d'un paramètre (éléments à une cote) que l'on parvient à donner la représentation cotée de divers types d'équations. Par la superposition de deux systèmes de lignes à une cote formant un réseau, on engendre les *points à deux cotes* (³), chaque point du réseau pouvant être considéré comme affecté des cotes des deux lignes de systèmes différents qui s'y rencontrent. Si à travers ce réseau on trace un troisième système de lignes chacune de ces lignes pourra être affectée des divers couples de cotes des points du réseau par lesquels elle passe. Elle pourra, par conséquent, être considérée comme provenant de la condensation en une seule d'une infinité de lignes superposées correspondant chacune à un des couples de cotes, d'où le nom d'*éléments condensés* (⁴) pour ces lignes à deux cotes.

» Si l'on donne les deux cotes de l'une d'elles, elle se trouve parfaitement définie; et de même, si l'on donne une de ces lignes et l'une ses cotes, l'autre cote s'en déduit sans ambiguïté.

» En introduisant ces lignes à deux cotes comme éléments constituants

---

(¹) *Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 1900.
(²) *Traité de Nomographie*, Chap. V, sect. IB.
(³) *Traité de Nomographie*, p. 320.
(⁴) *Traité de Nomographie*, p. 324.

dans un nouveau réseau, et répétant plusieurs fois la même opération, on arrive à définir sur le plan des systèmes d'*éléments à n cotes* [1] permettant la représentation d'équations à un nombre quelconque de variables. Mais on voit, par la façon même dont sont engendrés les systèmes ramifiés en question, que l'équation représentée doit être nécessairement réductible à un enchaînement d'opérations à deux paramètres correspondant aux divers réseaux. Les abaques ainsi constitués sont ceux que, dans notre *Théorie générale* [2], nous avons appelés les *abaques* $\mathcal{A}_n^1$ [3], et ce sont ces abaques seuls que vise l'énoncé de M. Hilbert.

» Mais, par l'introduction de systèmes d'éléments *mobiles* obtenus grâce à la superposition de plusieurs plans, on agrandit le champ de la Nomographie en rendant possible l'emploi d'éléments à plusieurs cotes entièrement distincts, cette fois, et non condensés. C'est ainsi, par exemple, que, dans la méthode des points alignés, l'usage de la droite mobile équivaut à l'introduction d'un système de droites à deux cotes dont la représentation simultanée sur un plan serait impossible, puisqu'elles recouvriraient ce plan tout entier.

» Les abaques, comme ceux-ci, où intervient un élément variable, c'est-à-dire qui peuvent être considérés comme provenant de la superposition de deux plans, sont ce que nous avons appelé les $\mathcal{A}_n^2$. De même pour les $\mathcal{A}_n^p$.

» Voici maintenant comment la méthode des points alignés permet, par un abaque du groupe $\mathcal{A}_n^2$, de résoudre l'équation du septième degré :

» Soit une équation de la forme

$$Z_1 + \lambda Z_2 + \mu Z_3 + \nu Z_4 = 0,$$

où les Z sont des fonctions de z et où les coefficients λ, μ, ν sont susceptibles de prendre telles valeurs que l'on veut. D'après le principe de la méthode des points alignés à deux cotes, cette équation exprime l'alignement des points A, B, C ainsi définis :

$$(A)\left\{\begin{array}{l} x = -l_0, \\ y = l_1 \mu, \end{array}\right. \qquad (B)\left\{\begin{array}{l} x = l_0, \\ y = l_2 \nu, \end{array}\right. \qquad (C)\left\{\begin{array}{l} x = l_0 \dfrac{l_1 Z_4 - l_2 Z_3}{l_1 Z_4 + l_2 Z_3}, \\ y = \dfrac{-l_1 l_2 (Z_1 + \lambda Z_2)}{l_1 Z_4 + l_2 Z_3}, \end{array}\right.$$

l_0, l_1, l_2 étant des modules dont on dispose arbitrairement.

---

(1) *Traité de Nomographie*, p. 351.
(2) *Traité de Nomographie*, Chap. VI, Sect. I.
(3) *Traité de Nomographie*, p. 403.

» Les points A, à une seule cote μ, sont distribués sur la droite $x + l_0 = 0$. Les points B, à une seule cote ν, sont distribués sur la droite $x - l_0 = 0$. Les points C, à deux cotes λ et z, sont donnés par un réseau dont les deux systèmes de lignes s'obtiennent par l'élimination de λ d'une part, de z de l'autre, entre les équations faisant connaître l'x et l'y du point C. La première de ces équations ne contenant pas λ définit elle-même les lignes (z), qui sont dès lors des parallèles à Oy.

» Le mode d'emploi de l'abaque résulte de l'énoncé suivant : *Les racines de l'équation sont les cotes des droites* (z) *passant par les points où la courbe* (λ) *est coupée par la droite joignant les points* (μ) *et* (ν).

» En prenant successivement

$$Z_1 = z^3, \qquad Z_2 = z^2, \qquad Z_3 = z, \qquad Z_4 = 1,$$

et

$$Z_1 = z^4 + z^3, \qquad Z_2 = z^2, \qquad Z_3 = z, \qquad Z_4 = 1,$$

on obtient les deux types d'abaques que nous avons proposés respectivement pour les équations du troisième et du quatrième degré (¹).

» La transformation de Tschirnhaus permettant, comme l'a remarqué M. Hilbert lui-même, d'amener toute équation du septième degré à la forme

$$z^7 + \lambda z^3 + \mu z^2 + \nu z + 1 = 0,$$

on voit immédiatement que la méthode précédente lui sera applicable. Il suffit, en effet, pour représenter ainsi qu'il vient d'être dit cette dernière équation, de prendre

$$Z_1 = z^7 + 1, \qquad Z_2 = z^3, \qquad Z_3 = z^2, \qquad Z_4 = z.$$

(¹) *Traité de Nomographie*, p. 333 et 336. Nous saisissons l'occasion qui nous est ici offerte pour rectifier une faute d'impression qui se répète à ces deux endroits. Les modules l_1 et l_2 étant définis par les équations (p) et (q) d'une part (p. 333), (p') et (q') de l'autre (p. 336), on doit, dans toutes les autres équations où ils interviennent, les permuter entre eux. Cette faute est d'ailleurs sans importance à l'endroit cité, attendu qu'on y a pris $l_1 = l_2$.

PHYSIQUE. — *Sur les déformations de contact des corps élastiques.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. A. Cornu.

« L'emploi des comparateurs automatiques [1], ou des combinaisons optiques récemment étudiées par MM. Perot et Fabry, permettant de procéder actuellement avec une très grande précision à la comparaison des *étalons à bouts*, il était intéressant de se rendre compte, par des mesures directes, de l'ordre de grandeur des déformations dues aux pressions inévitables que l'on exerce sur les extrémités arrondies de ces étalons lorsqu'on veut les utiliser.

» C'est dans ce but que j'ai entrepris un certain nombre d'expériences sur les déformations de contact des corps élastiques, en employant, pour effectuer les mesures, des dispositifs optiques analogues à l'appareil classique institué par Fizeau pour l'étude de la dilatation des cristaux. Mes recherches ont porté principalement sur le bronze et l'acier.

» Les rayons (R) des sphères constituant les arrondis ont varié entre 5^{mm} et 250^{mm} et l'effort de compression (p), servant à produire les déformations, a reçu diverses valeurs comprises entre $3^{kg},700$ et quelques grammes.

» La plupart de mes expériences ont eu pour but la détermination de l'affaissement, sous charges variables, d'un corps sphérique pressé contre un plan, mais j'ai également exécuté des mesures relatives au rapprochement de deux sphères comprimées l'une contre l'autre.

» Dans tous les cas, lorsque les pressions sont trop faibles, le contact est mal assuré et l'effet des trépidations du sol produit un tremblement des franges, qui empêche de poursuivre les mesures jusqu'au voisinage du *contact géométrique* correspondant à $p = 0$. Il en résulte que, s'il est possible de déterminer avec précision les variations des écrasements, leurs valeurs absolues sont moins bien connues et ne peuvent s'obtenir que par une sorte d'extrapolation.

» Ces réserves faites, on pourra se faire une idée des résultats obtenus en consultant le Tableau abrégé ci-après (colonnes *Exp.*), qui se rapporte à des corps sphériques en acier pressés contre un plan en même métal.

---

(1) L. Hartmann, *Sur un comparateur automatique pour mesures à bouts* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 1024).

» Constantes mécaniques de l'acier employé :

Module d'Young : E = 19500; Coefficient d'élasticité de glissement : G = 7200

Déformations exprimées en microns pour diverses valeurs du rayon R.

Charges en kilogr.	R = 5mm.		R = 10mm.		R = 20mm.		R = 30mm.		R = 60mm.		R = 150mm.		R = 250mm.	
	Exp.	Calcul.	Exp.	Calcul.	Exp.	Calcul.	Exp.	Calcul.	Exp.	Calcul.	Exp.	Calcul.	Exp.	Calcul.
kg 0,100...	**0,25**	0,22	**0,22**	0,17	**0,20**	0,13	**0,19**	0,11	**0,15**	0,09	**0,14**	0,07	**0,14**	0,06
0,500...	**0,65**	0,61	**0,57**	0,48	**0,49**	0,38	**0,45**	0,33	**0,36**	0,27	**0,32**	0,20	**0,30**	0,17
1,000...	**1,02**	0,97	**0,87**	0,75	**0,74**	0,61	**0,68**	0,53	**0,53**	0,42	**0,44**	0,31	**0,42**	0,26
2,000...	**1,60**	1,54	**1,33**	1,22	**1,13**	0,97	**1,02**	0,85	**0,82**	0,67	**0,62**	0,49	**0,58**	0,42
3,000...	**2,00**	2,01	**1,73**	1,60	**1,47**	1,27	**1,30**	1,11	**1,06**	0,88	**0,78**	0,65	**0,72**	0,55

» Une étude des déformations de contact, uniquement basée sur la théorie mathématique de l'élasticité, a été faite par Hertz (¹); d'après cet illustre physicien, deux sphères de rayons R_1 et R_2 appuyées l'une contre l'autre par une force p, subissent un rapprochement α donné par la formule

$$\alpha = \sqrt[3]{\frac{9}{16}\left(\frac{1-\eta_1^2}{E_1} + \frac{1-\eta_2^2}{E_2}\right)^2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) p^2},$$

dans laquelle les lettres E et $\eta = \frac{E}{2G} - 1$ désignent, suivant l'indice dont elles sont affectées, les constantes élastiques des matériaux constituant chacune des sphères.

» L'application de cette formule a donné les nombres inscrits dans les colonnes *Calcul* du Tableau précédent. Les écrasements observés et ceux qu'indique la théorie présentent des différences qui vont en s'accentuant à mesure que R augmente, et il paraît difficile d'attribuer ces divergences à des erreurs commises soit dans l'évaluation des arrondis, soit dans la détermination des constantes élastiques des corps employés.

» D'ailleurs Hertz a établi, *pour le cas de deux corps de forme quelconque*, que α devait croître comme la puissance $\frac{2}{3}$ de p. Or, en employant une méthode de discussion qui fait seulement intervenir les variations de α, c'est-à-dire en éliminant l'incertitude qui, pour des raisons exposées ci-dessus, règne sur la valeur absolue de cette grandeur, j'ai trouvé que, si les courbes

(¹) H. Hertz, *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, t. XCII, p. 156.

déduites de mes expériences peuvent être *assez bien* assimilées à des paraboles $\alpha = Kp^\gamma$, l'exposant γ n'est sensiblement égal à $\frac{2}{3}$ que pour des valeurs de R relativement faibles. Lorsque R augmente, cet exposant décroît et paraît tendre vers $\frac{1}{2}$.

» L'étude des déformations, bronze contre bronze et bronze contre acier, est venue confirmer ce résultat. J'ai également fait quelques expériences sur des corps élastiques très souples ($E = 0^{kg},0025$ par millimètre carré), constitués par une gelée à base de gélatine; les déformations α atteignent alors plusieurs millimètres pour des rayons variant de 4^{cm} à 10^{cm} et des valeurs de p inférieures à $1^{kg},000$; elles sont bien représentées par des paraboles en $p^{\frac{2}{3}}$. Il y a donc lieu de penser que la loi de la puissance $\frac{2}{3}$ est vérifiée pour toutes les valeurs de $\frac{\alpha}{R}$ supérieures à une certaine limite ($\frac{1}{10000}$ environ); en dessous de ce nombre, il est probable que l'influence d'une cause inconnue, dont l'analyse de Hertz n'a pas tenu compte, devient sensible et produit les divergences observées.

» Dans cette idée, il était naturel de penser au frottement mutuel des surfaces en contact, déformées par la pression. A plusieurs reprises, j'ai lubrifié avec de l'huile fine les corps en expérience : j'ai constaté que, pour des valeurs de p supérieures à 100^{gr}, l'influence de cet agent était si faible qu'il n'en résultait pas pour les franges un déplacement sensible.

» Si ces derniers essais n'ont pas conduit à l'explication cherchée, ils ont toutefois montré que, pratiquement, on peut sans inconvénient huiler les extrémités des règles à bouts, mais à la condition expresse que la manière dont on les emploie ne fasse pas intervenir le frottement de leurs extrémités sur les surfaces qu'elles touchent.

» Dans le cas où l'un des corps est sphérique et l'autre plan, ou quand tous deux sont sphériques et de même rayon, il paraît assez naturel d'admettre que α dépend seulement de R, p et des coefficients $E_1, G_1, \ldots, E_2, G_2, \ldots$, qui caractérisent l'élasticité des matériaux constituants; de simples considérations d'homogénéité montrent alors que l'on a nécessairement $\frac{\alpha}{R} = \varphi\left(\frac{p}{E_1 R^2}, \frac{p}{G_1 R^2}, \ldots\right)$.

» Donc, en multipliant par $\frac{R''}{R'}$ les ordonnées α et par $\left(\frac{R''}{R'}\right)^2$ les abscisses p de la courbe trouvée dans le cas du rayon R', on doit en déduire une courbe susceptible de coïncider avec celle que l'expérience donne pour le rayon R''; cette vérification m'a toujours donné des résultats satisfaisants, même dans le cas où la formule de Hertz est en défaut.

» D'après la théorie, α doit rester constant lorsque, sans changer la

forme des corps, on intervertit l'ordre des matériaux constituants; l'expérience vérifie assez bien ce résultat, même dans le cas où la loi de l'exposant $\frac{2}{3}$ n'est pas applicable; toutefois, l'écrasement paraît être légèrement plus fort lorsque c'est le corps le plus dur qui a le plus petit rayon de courbure.

» L'étude de la manière dont varient les phénomènes pour différentes valeurs de E est beaucoup plus difficile; elle n'est pas encore assez avancée pour que je puisse l'aborder dans cette Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'iode et de l'oxyde jaune de mercure sur : 1° le styrolène; 2° le safrol.* Note de M. J. **Bougault.**

« Comme suite à mes expériences sur l'action de l'iode et de l'oxyde jaune de mercure sur l'anéthol, l'isosafrol, etc. ([1]), j'ai étudié l'action des mêmes agents sur des composés voisins, à fonction éthylénique, tels que le styrolène et le safrol.

» 1° *Styrolène.* — Le styrolène a été préparé, en partant de l'acide cinnamique, par la méthode de von R. Fittig et Binder ([2]), qui donne de très bons résultats. Ce styrolène a été ensuite traité par l'iode et l'oxyde jaune de mercure, en solution alcoolique, comme je l'ai indiqué pour l'anéthol (*loc. cit.*).

» 7^{gr} de styrolène sont dissous dans 35^{cc} d'alcool à 95°, additionnés de 15^{gr} de HgO. On ajoute de l'iode peu à peu, en agitant, environ 17^{gr}, jusqu'à léger excès. Ici, contrairement à ce qui a lieu pour l'anéthol, la moitié seulement de l'iode passe à l'état de HgI^2, l'autre partie est fixée par le styrolène; il suit de là que la quantité de HgO peut être réduite de moitié sans changer la réaction.

» On précipite ensuite par environ 150^{cc} d'eau distillée, additionnés de 10^{gr} de KI et un peu de bisulfite de soude. Il se sépare une huile incolore, très réfringente, contenant une forte proportion d'iode combiné.

» Ce corps ne peut être distillé sans décomposition et est, par suite, très difficile à purifier.

» C'est vraisemblablement le composé d'addition du styrolène avec l'acide hypoïodeux $C^6H^5 - CHI - CH^2OH$. Toutefois, le dosage de l'iode ne m'a donné que 46,31 pour 100, au lieu de 51,21 pour 100 qu'exige la formule précédente; mais les diffi-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, 25 juin et 2 juillet 1900.
([2]) *Liebig's Annalen*, t. CXCV, p. 131; 1879.

cultés de purification ne me permettent pas d'affirmer que mes analyses ont porté sur un corps pur.

» Quoi qu'il en soit, et c'est là surtout le fait intéressant, ce corps se décompose très facilement par l'azotate d'argent, en donnant un aldéhyde. Cette réaction est à rapprocher de celles qui ont été signalées récemment par MM. Charron et Paix-Séailles ([1]); ces auteurs ont montré que les monoïodhydrines de certains glycols donnent facilement des aldéhydes, par départ d'acide iodhydrique.

» Pour obtenir l'aldéhyde en question, je dissous le composé d'addition du styrolène avec IOH dans cinq à six fois son volume d'éther, et j'agite avec une solution concentrée d'azotate d'argent en excès. La réaction se fait rapidement à froid; l'aldéhyde reste en solution dans l'éther; on le purifie en passant par la combinaison bisulfitique.

» Cet aldéhyde, traité par l'oxyde d'argent alcalin, m'a donné l'acide phénylacétique, que j'ai caractérisé par son point de fusion et l'analyse de son sel de baryum.

» La suite des réactions obtenues à partir du styrolène peut donc s'écrire

$$2C^8H^8 + HgO + 2I^2 + H^2O = HgI^2 + 2(C^8H^8.IOH),$$
$$C^8H^8IOH + AzO^3Ag = AgI + AzO^3H + C^8H^8O \text{ (aldéhyde phénylacétique)},$$
$$C^8H^8O + O = C^8H^8O^2 \text{ (acide phénylacétique)}.$$

» 2° *Safrol.* — La formule admise pour le safrol est, comme on sait, $CH^2O^2 - C^6H^3 - CH^2 - CH = CH^2$, montrant l'existence, dans ce corps, d'un groupement $- CH = CH^2$, identique à celui du styrolène. La liaison éthylénique étant seule intéressée dans la réaction utilisée ici, j'avais pensé pouvoir obtenir, avec le safrol, l'aldéhyde

$$CH^2O^2 - C^6H^3 - CH^2 - CH^2 - CHO,$$

par les mêmes réactions qui m'ont permis de passer du styrolène à l'aldéhyde phénylacétique. Les résultats n'ont pas confirmé mes prévisions.

» Les réactions ont été conduites exactement comme avec le styrolène; je crois inutile de les répéter.

» J'ai obtenu, comme avec le styrolène, par l'action de I et de HgO, un composé d'addition de l'acide hypoïodeux; mais ce corps, décomposé par

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, mai et juin 1900.

l'azotate d'argent, m'a donné un composé ne présentant aucune des réactions caractéristiques des aldéhydes. Je n'ai, du reste, pas encore déterminé sa nature.

» Les expériences, rappelées plus haut, de MM. Charron et Paix-Séailles, ainsi que mes propres expériences sur le styrolène, paraissent bien montrer que les iodhydrines de glycols, de formule générale

$$R - CHI - CH^2OH,$$

donnent des aldéhydes par enlèvement d'acide iodhydrique. Le fait que l'iodhydrine, formée par addition de IOH au safrol, ne se comporte pas de même, permet d'émettre quelque doute sur l'exactitude de la formule admise pour le safrol; mais de nouvelles recherches sont nécessaires pour se prononcer à ce sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction des nitrocelluloses.* Note de M. **Léo Vignon.**

« J'ai démontré, dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, 10 septembre 1900), qu'en nitrant totalement ou partiellement la cellulose, on obtenait non pas des nitrocelluloses, mais des nitrooxycelluloses. Il était intéressant, dès lors, de reprendre l'étude de la réduction de ces composés, et de rechercher comment se comportaient, sous l'influence des divers réducteurs, les groupes AzO^3 et le groupe aldéhydique CHO, caractéristique des dérivés oxycellulosiques.

» *Action du chlorure ferreux.* — J'ai fait agir 20^{cc} de chlorure ferreux en solution aqueuse saturée sur 1^{gr} de substance, pendant dix minutes, à l'ébullition : Il y a dégagement d'AzO et si le chlorure ferreux ne contient pas d'acide en excès, la substance soumise ne se dissout pas.

» De l'oxycellulose, de la cellulose nitrée, de l'oxycellulose nitrée ont été soumises dans ces conditions à l'action réductrice du chlorure ferreux : après la réaction, ces diverses substances ont été lavées, recueillies et séchées. On les a comparées ensuite aux substances initiales, au point de vue de l'action sur la liqueur cupropotassique.

» Un poids exact de chaque substance (1^{gr}), au préalable desséchée dans le vide, a été traitée par 100^{cc} d'eau et 50^{cc} de liqueur de Pasteur à l'ébullition pendant dix minutes; la liqueur cupropotassique est ainsi en grand excès. Le mélange a été ensuite filtré, le précipité lavé à l'eau distillée bouillante jusqu'à élimination du cuivre so-

luble, séché et calciné. Par cette dernière opération, la matière organique a été détruite et le cuivre amené à l'état de CuO, dont le poids peut mesurer l'action réductrice effectuée par chaque substance expérimentée.

» J'ai trouvé :

	Cu pour 100^{gr} de substance.
	gr
Oxycellulose	10,36
Cellulose nitrée	13,71
Oxycellulose réduite par $FeCl^2$	10,42
Cellulose nitrée, réduite par $FeCl^2$	11,70
Oxycellulose nitrée, réduite par $FeCl^2$	10,83

» L'action du chlorure ferreux élimine les groupes AzO^3, mais laisse intact le groupement aldéhydique. La cellulose nitrée, l'oxycellulose nitrée, l'oxycellulose ont conservé, en effet, sensiblement et dans les limites d'exactitude de la méthode, après réaction du chlorure ferreux, leur action sur la liqueur cupropotassique.

» En faisant agir le chlorure ferreux sur les celluloses nitrées on obtient, en somme, de l'*oxycellulose*.

» Cette conclusion est confirmée par la formation des osazones oxycellulosiques (voir *Comptes rendus*, 24 avril 1899).

» J'ai préparé les osazones de l'oxycellulose, de la cellulose nitrée traitée par $FeCl^2$: l'azote a été dosé dans les osazones obtenues; voici les résultats :

	Azote pour 100.
Oxycellulose ($KClO^3 + HCl$)	1,89
Cellulose nitrée, réduite par $FeCl^2$	1,50

» L'oxycellulose formée préexistait dans le dérivé nitré soumis à la réduction : elle ne peut s'être formée par l'action du chlorure ferrique provenant de la transformation de $FeCl^2$; en chauffant, en effet,

Coton purifié	2^{gr}
Fe^2Cl^6	1^{gr}
HCl (22°)	2^{cc}
Eau	100^{gr}

au bain-marie pendant vingt-quatre heures, il ne se forme pas d'oxycellulose.

» *Action du sulfure d'ammonium.* — L'action réductrice du sulfure d'ammonium est plus profonde que celle du chlorure ferreux : Elle élimine, en effet, les groupes AzO^3 et détruit le groupe aldéhydique CHO. Les cellu-

loses nitrées sont ramenées à l'état de cellulose ou d'hydrocellulose, n'exerçant plus aucune action sur la liqueur cupropotassique.

» Pour effectuer cette transformation, 2^{gr} de substance (cellulose nitrée) et 100^{cc} de solution aqueuse saturée de sulfure d'ammonium ont été chauffés pendant quatre heures à une température de 35°-40°. J'ai filtré ensuite, lavé le précipité à l'eau chaude, à l'eau froide, avec de l'alcool, de l'éther et du sulfure de carbone. Le produit sec obtenu ne déflagre plus et ne réduit plus la liqueur cupropotassique.

» En *résumé*, les celluloses nitrées réduites par $FeCl^2$ sont transformées en oxycelluloses. Les celluloses nitrées traitées par le sulfure d'ammonium donnent de la cellulose ou de l'hydrocellulose ne possédant pas de pouvoir réducteur. Cette différence d'action peut s'expliquer par ce fait que, dans le premier cas, la réduction s'effectue en milieu acide, en donnant des produits de réaction oxydants (Fe^2Cl^6, AzO^2), tandis qu'avec le sulfure d'ammonium on opère en milieu alcalin, les produits de réaction

$$[(AzH^4)^2SO^4, AzH^4AzO^3]$$

étant dénués de propriétés oxydantes.

» Ces résultats confirment les conclusions établies précédemment, à savoir que les celluloses nitrées doivent être envisagées comme des dérivés de l'oxycellulose. »

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 septembre 1900.

Compte rendu du 2e Congrès international contre l'abus du tabac. (*Journal de la Société contre l'abus du tabac, nos 8-9.*) Paris, 1900; 1 fasc. in-12.

Nouveau système astronomique, par Jules Miffre. Paris, E. Bernard et Cie, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

The Scientific papers of John Couch Adams, vol. II, Cambridge, at the University Press, 1900; 1 vol. in-4°.

A practical transmitter using the sine wave for cable telegraphy, and

measurements with alternating currents upon an Atlantic cable, by ALBERT-C. CREHORE and GEORGE-O. SQUIER. Presented at the 17[th] general meeting of the American Institute of Electrical Engineers, Philadelphia, U. S. A., 1900; 1 fasc. in-8°. (Withs the author's compliments.)

Prononciation et Phonographie, par M. JOSEPH VINCENTI. Turin, imp. Roux et Viarengo, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Bericht über die Arbeiten der von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien eingesetzten Commission zur Grüdung eines Phonogramm-Archives. S. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Jahresbericht des Directors des königlichen preussischen geodätischen Instituts, für die Zeit von April 1899 *bis April* 1900. Potsdam, 1900; 1 fasc. in-8°.

Bananina, par R.-A. DE RONDAN. Londres, 1900; 1 fasc. in-8°.

List of members of the British astronomical Association, September 1900. London, 1900; 1 fasc. in-8°.

The council and fellows of the Royal Society, 30[th] *November* 1899. London; 1 fasc. in-4°

Philosophical Transactions of the Royal Society of London, series A, vol. CXCIII and CXCIV; series B, vol. CXCII. London, Harrison and sons, 1900; 3 vol. in-4°.

Transactions of the Canadian Institute, vol. VI, parts 1 and 2, n[os] 11 and 12. *Semi-centennial memorial Volume,* 1849-1899. Toronto, 1899; 1 vol. in-8°.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, vol. XXXIII, 1899. Sydney, 1900; 1 vol. in-8°.

The Astrophysical Journal, vol XII, n° 1. Chicago, 1900; 1 fasc. in-8°.

Sammelschrift der mathematisch-naturwissenschaftlich-ärtzlichen Section der Sevcenko-Gesellschaft der Wissenschaften in Lemberg, B. VI, Heft 1. Lemberg, 1900; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 10 septembre 1900.)

Note de M. *Paul Painlevé,* Sur les systèmes différentiels...

Page 499, équation (5), *au lieu de*

$$(5) \qquad y'' = by^2 + a(x) + \frac{b(x)(y^{q-1} + dx + y^{q-2} + \ldots)}{y^q + d(x)\,y^{q-1} + \ldots}.$$

lisez

$$(5) \qquad y'' = 6y^2 + \frac{b(x)\,y^{q-1} + c(x)\,y^{q-2} + \ldots}{y^q + d(x)\,y^{q-1} + \ldots}.$$

Page 515, ligne 13, *au lieu* de Bodet, *lisez* Godet.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 SEPTEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Nature des gaz combustibles accessoires trouvés dans l'air de Paris.* Note de M. **Armand Gautier**.

« Mes recherches sur les gaz combustibles de l'atmosphère ([1]) ont établi que l'air le plus pur, recueilli loin de toutes les émanations, telluriques ou végétales, contient à l'état normal, 19,5 cent-millièmes de son volume d'hydrogène libre, soit environ 200^{cc} par mètre cube. Ce gaz n'est accompagné dans l'air des hautes régions que de traces, inférieures au millionième, d'autres hydrocarbures. Mais, dans l'air des villes et même de la campagne, cet hydrogène est mélangé à d'autres vapeurs combus-

([1]) *Comptes rendus*, t. XXX, p. 1677, et t. XXXI, p. 13 et 86.

tibles, en quantités suffisantes pour être dosées, gaz ou vapeurs qui avaient jusqu'ici masqué la présence de l'hydrogène libre.

» Mais remarquons que ces gaz accessoires, autres que l'hydrogène, constituent, pour ainsi dire, des accidents locaux; différents de composition à la ville et à la campagne, ils disparaissent, comme on l'a vu, en grande partie de l'air des régions montagneuses et totalement ou presque totalement de l'air de la mer et de la haute atmosphère.

» L'examen de la nature et des proportions de ces gaz ne peut donc avoir un intérêt général, puisqu'ils varient avec les lieux, les jours, les époques de l'année. Mais, quoique très secondaire en ce qui touche à la constitution de l'air lui-même, la détermination de leur nature, et tout au moins de leur composition moyenne, présente, au point de vue hygiénique et industriel, un véritable intérêt, s'il s'agit de l'air des rues d'une grande cité comme Paris.

» On a vu que l'air le plus pur, celui de la pleine mer et des hautes régions, est à peu près totalement exempt d'hydrocarbures, mais qu'il donne en moyenne $15^{mgr},6$ d'eau par 100 litres en passant sur une colonne suffisante d'oxyde de cuivre porté au rouge. Cette quantité d'eau répond à $1^{mgr},73$, ou à $19^{cc},5$, d'hydrogène libre.

» Faisant partie constituante de l'atmosphère, cet hydrogène devra se retrouver dans l'air de la campagne ou des villes, quelle que soit la pollution ultérieure de cet air par les hydrocarbures, l'oxyde de carbone et tous les autres gaz ou vapeurs combustibles pouvant provenir des émanations et fermentations du sol, des végétaux, des combustions et industries urbaines. Si donc de l'hydrogène total trouvé dans l'air de Paris, lorsqu'on le brûle sur une colonne indéfinie d'oxyde de cuivre, soit en moyenne $4^{mgr},3$ d'après nos expériences, on soustrait $1^{mgr},73$ revenant à l'hydrogène libre préexistant dans l'air pur, il restera, comme moyenne, $2^{mgr},58$ d'hydrogène ayant pour origine les émanations, fermentations et combustions locales.

» D'autre part, nous avons trouvé à Paris, pour le poids du carbone combustible contenu en 100 litres d'air brûlé dans les mêmes conditions, $12^{mgr},24$. Si l'on admettait que tout l'hydrogène qui reste après mise à part de celui revenant à l'air pur fût uni à ce carbone sous forme d'hydrocarbures, on aurait pour 100 litres d'air calculé à 0° et 760^{mm} :

Hydrogène des hydrocarbures	$2^{mgr},58$
Carbone	$12^{mgr},24$

» D'où : rapport moyen $\frac{C}{H}$ du carbone à l'hydrogène de ces hydrocarbures $= \frac{12,24}{2,58} = 4,74$.

» Ce rapport est très supérieur à $\frac{C}{H} = 2,4$ que nous a donné le gaz des marais, quand, le diluant au moyen de gaz inertes dans les proportions où il paraîtrait se trouver dans l'air d'après les dosages de carbone, on le brûle sur l'oxyde de cuivre.

» Il faut donc qu'il existe dans l'air de Paris (et nous raisonnons ici sur le cas moyen représenté par l'ensemble de nos expériences sur cet air) des vapeurs plus riches en carbone que le gaz des marais, vapeurs qui élèvent jusqu'à 4,74 le rapport $\frac{C}{H} = 2,4$ caractérisant la combustion du formène pur dilué au $\frac{1}{5000}$ et au $\frac{1}{15000}$. De fait, nos expériences, même sans faire subir à ce rapport la correction de l'hydrogène libre, nous ont donné pour cette valeur $\frac{C}{H}$ des nombres toujours supérieurs à 2,4 et qui s'élevaient à certains jours à 4,8 et même à 5.

» Outre le gaz des marais, auquel la valeur moyenne du rapport $\frac{C}{H} = 3$ obtenu dans nos expériences sur l'air de Paris nous ramène nécessairement, aussi bien que la considération que ce gaz est un produit constant des fermentations vaseuses du sol et qu'il fait partie des fumées de nos foyers, il faut donc qu'il y ait dans l'air des villes d'autres vapeurs combustibles plus riches que lui en carbone, telles que celles qui se rencontrent habituellement dans les produits de combustion de la houille et du bois : hydrocarbures aromatiques, phénols, acide acétique, cyanogène, oxyde de carbone, etc.

» Le cyanogène, l'acide cyanhydrique, l'acide acétique et les phénols eux-mêmes ne sauraient, dans nos expériences, avoir élevé le taux du carbone combustible de l'air. Leurs vapeurs y sont en trop minime proportion et elles auraient été retenues d'ailleurs par la lessive de potasse, suivie d'hydrate de baryte et de chaux sodée précédant l'oxyde de cuivre. Quant à l'oxyde de carbone, nous avons établi directement [1] que l'anhydride iodique ne permet jamais, dans l'air de Paris et dans les conditions les plus favorables, de déceler même 1^{cc} de ce gaz en 100000 cent. cubes d'air; la

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1303.

moyenne de nos essais nous a donné $0^{cc},20$ de ce gaz par 100 litres d'air (¹). Ce n'est donc pas l'oxyde de carbone qui a pu élever d'une fraction appréciable le rapport $\frac{C}{H} = 4,74$ ci-dessus calculé.

» Nous en dirons, *a fortiori*, autant des hydrocarbures en C^nH^{2n} et C^nH^{n-2} qui ne se sont jamais révélés dans nos dosages en présence d'anhydride iodique qu'à l'état de traces douteuses, impondérables.

» Si donc nous admettons dans l'air des villes l'existence du gaz des marais, que toutes les conditions connues (émanations du sol, fermentations putrides et végétales, combustions, etc.) nous obligent à prévoir, il faut, pour expliquer le rapport $\frac{C}{H} = 4,7$ que nous avons obtenu, il faut qu'à côté de ce gaz des marais se trouvent des hydrocarbures très riches en carbone et inaptes, en même temps, à réagir à 80° sur l'anhydride iodique; tels seraient C^6H^6 et ses homologues, aussi bien que les autres substances pyrogénées, riches en carbone, que les combustions industrielles ou domestiques, et d'autres conditions peut-être, peuvent introduire dans l'air. Sans doute on peut admettre différents mélanges, et ils varient suivant les lieux, les jours, l'état des vents et les saisons, puisque nous avons obtenu des rapports $\frac{C}{H}$ assez variables; mais si nous nous en tenons à l'explication de nos résultats moyens, nous remarquerons que le mélange $C^6H^6 + 7CH^4$, répondant au rapport en atomes $\frac{C}{H} = \frac{13}{34}$ et en poids $\frac{C}{H} = \frac{156}{34} = 4,6$, satisfait bien aux résultats observés et au rapport pondéral trouvé $\frac{C}{H} = 4,7$.

» Si, s'appuyant sur l'ensemble de nos expériences relatives à l'air de Paris, on donne au carbone combustible total de 100 litres de cet air la valeur $12^{mgr},24$ que nous avons trouvée, l'hypothèse $C^6H^6 + 7CH^4$ conduit au calcul :

C du gaz $CH^4 = \frac{12^{mgr},24}{13} \times 7 = 6^{mgr},58$ demandant.............. $H = 2^{mgr},17$

C du gaz $C^6H^6 = \frac{12^{mgr},24}{13} \times 6 = 5^{mgr},64$ demandant.............. $H = 0^{mgr},47$

(¹) $0^{cc},05$, si l'on fait abstraction d'une des expériences nous laissant quelques doutes.

d'où :

C total calculé	$12^{mgr},22$;	H total calculé	$2^{mgr},64$
C total observé	$12^{mgr},24$;	H total observé (en plus de l'hydrogène libre de l''air).	$2^{mgr},58$

» Pour 100 litres d'air, calculé sec à 0° et 760^{mm}, on a d'après ces nombres :

	En poids.	En volumes.
CH^4	$8^{mgr},75$	$12^{cc},15$
C^6H^6	$6^{mgr},11$	$1^{cc},17$

» Il faut ajouter à ces gaz l'hydrogène libre de l'air pur, $1^{mgr},73$ pour 100 litres, et les traces d'oxyde de carbone et d'hydrocarbure acyclique que nous ont révélées nos analyses spéciales.

» L'air de Paris (et sans doute il en est à peu près de même de celui d'autres grandes cités industrielles et populeuses) nous conduit donc, pour la partie combustible de l'atmosphère de ses rues, à la composition moyenne suivante rapportée à 100 litres :

	cc
Hydrogène libre aérien	19,5
Gaz formène	12,1
Gaz très carburés (benzène et analogues)	1,7
Oxyde de carbone moyen (avec traces d'hydrocarbures en C^2H^{2n} et C^4H^{n+2}).	0,2

» Un tel mélange donne l'explication la plus rationnelle de l'ensemble de nos résultats, mais il doit être considéré comme une moyenne susceptible de variations très notables avec les lieux et les jours, et par conséquent restant en partie indéterminée.

» Nous pourrions tenter d'expliquer de même les résultats que nous avons obtenus pour l'air des bois [1]. Dans ce cas aussi, il est constant qu'un ou plusieurs principes très riches en carbone (telles que seraient les essences diverses en $C^{10}H^{16}$, en $C^{10}H^{14}O$ ou autres) viennent, d'après nos quelques observations, se mélanger à l'hydrogène atmosphérique ; mais nos expériences, au nombre de trois seulement dans ce cas, ne nous permettent pas de fonder des explications suffisantes sur leur moyenne. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 13.

M. E. **Guyou** fait hommage à l'Académie d'un « Manuel des instruments nautiques » qu'il vient de publier. (Service hydrographique de la Marine.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *Verbeek*, « Rapport sommaire d'une exploration géologique aux îles Moluques en 1899 », publié en hollandais, à Batavia.

M. J. **Janssen**, en présentant à l'Académie, de la part des auteurs, un grand Ouvrage en trois Volumes, publié en langue allemande par MM. *Assmann*, Directeur de l'Institut aéronautique de Berlin, et *Berson*, Attaché à cet établissement, s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage traite des travaux d'ordre aéronautique exécutés à l'Institut pendant une dizaine d'années, dans les différentes directions de la Science, notamment des ascensions à grande hauteur effectuées par M. Berson à plus de 8000^{m} de hauteur, parmi lesquelles on en relève une où la hauteur atteinte a dépassé 9000^{m}, grâce à l'emploi méthodique de l'oxygène. Les auteurs ont discuté toutes ces ascensions et les résultats scientifiques qu'elles ont donnés, ainsi que d'autres questions intéressant l'Aéronautique.

» Ce bel Ouvrage figurera avec avantage dans notre bibliothèque. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Expérience de télégraphie sans fil, avec le corps humain et les écrans métalliques.* Note de MM. E. **Guarini** et F. **Poncelet**.

« Nous nous sommes servis d'une machine de Wimshurst, munie de ses condensateurs habituels pour la production de l'électricité à haut potentiel. A quelques mètres de ce transmetteur, nous avons placé un récepteur Marconi ordinaire.

» Les ondes électriques, engendrées par les étincelles produites entre les deux boules de la machine de Wimshurst, rayonnent dans toutes les

directions. Au point de vue de l'action sur le cohéreur, ces ondes peuvent être divisées en trois parties : la première arrive directement sur le cohéreur; la seconde ne le rencontre qu'après réflexion; enfin la troisième partie est sans action sur lui. Dans notre expérience, les ondes directes avaient seules de l'action sur le cohéreur, car celui-ci restait inerte lorsque nous les interceptions en interposant un écran entre lui et la machine de Wimshurst.

» Le corps humain remplissait parfaitement cet office d'écran : la sonnerie du récepteur restait silencieuse, chaque fois qu'il était interposé entre le récepteur et la machine de Wimshurst. On ne peut pas dire qu'il ait fait l'office de conducteur à la terre, car il était soigneusement isolé du sol. Il y avait là probablement un phénomène analogue à celui que l'on constate en radiographie.

» Une tôle de fer-blanc, de faible épaisseur, ayant été interposée entre la machine et le cohéreur, celui-ci a continué à fonctionner; mais, lorsque nous avons mis en communication avec le sol la face de la tôle de fer tournée vers le transmetteur, le cohéreur a cessé de fonctionner. Les radiations s'étaient donc écoulées dans le sol.

» Puisque l'interposition de la tôle de fer permet le fonctionnement du cohéreur lorsque la tôle est isolée, et l'empêche lorsqu'une de ses faces est mise à la terre, il faut conclure que la tôle métallique a constitué un nouveau radiateur, fonctionnant par induction d'une face sur l'autre.

» Les ondes hertziennes seraient donc susceptibles de phénomènes d'induction, phénomènes qu'on peut éviter par la mise à la terre d'une des faces de l'écran métallique, siège de l'induction. L'expérience des cloisons mises à la terre a une grande importance dans le répétiteur Guarini, pour empêcher la répercussion des signaux d'un répétiteur à l'autre, et pour éviter l'action du transmetteur sur le cohéreur du même poste. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Aluminate monocalcique cristallisé* [1]. Note de M. **Ém. Dufau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nos connaissances sur les combinaisons de l'alumine avec l'oxyde de calcium sont extrêmement confuses. Par *voie humide*, Pelouze [2] a

[1] Travail fait au Laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

[2] Pelouze, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXXIII, p. 15; 1851.

obtenu un aluminate monocalcique hydraté; mais, d'après M. Tissier, la chaux serait susceptible de former, dans ces conditions, plusieurs aluminates; c'est ainsi qu'il se formerait, par double décomposition, des précipités renfermant depuis 33 jusqu'à 52 pour 100 d'alumine, sans excès de l'un ou l'autre des oxydes combinés (1). La *voie sèche* n'a pas fourni de renseignements plus précis sur ce genre d'oxydes doubles. Fremy reconnut qu'en chauffant au four à vent des mélanges correspondant aux compositions $Al^2O^3 + CaO$, $Al^2O^3 + 2CaO$; $Al^2O^3 + 3CaO$, on obtenait des masses parfaitement fondues à cassure saccharoïde; mais il n'en isola aucune combinaison définie à l'état de pureté (2).

» Ebelmen qui, par l'emploi de sa méthode générale, tenta de combiner ces deux oxydes, vit se former de *larges lames cristallines triangulaires*, dont il ne détermina pas la composition (3). Enfin Deville, par fusion directe des deux oxydes, obtint des *cristaux arrondis* sur les arêtes et sur les sommets, qui ne furent pas non plus analysés (4).

» Malgré l'aspect si différent des produits ainsi obtenus, ces deux auteurs ont annoncé avoir obtenu tous deux l'aluminate monocalcique, et cela, sur la seule considération des proportions des deux oxydes mis en présence.

» Nous nous sommes proposé, dans cette Note, de fixer le mode de combinaison, à haute température, de l'alumine avec l'oxyde de calcium.

» En chauffant au four électrique un mélange intime de 100 parties d'alumine *fortement calcinée* et de 60 parties de chaux anhydre, avec un arc de 1000 ampères sous 45 volts, on trouve dans le creuset, après trois minutes de chauffe, une masse grise entièrement fondue qui, après cassure, se montre constituée par un épais feutrage de *fines aiguilles* brillantes. Dans les cavités qui boursouflent la masse, ces aiguilles libres, atteignant plusieurs millimètres de longueur, peuvent être séparées à la pince et examinées immédiatement au microscope.

» Pour débarrasser le produit ainsi obtenu de l'excès de chaux qui l'accompagne, on le traite, après pulvérisation, par l'alcool absolu bouillant acidifié par l'acide nitrique (1 pour 100). Ce traitement est suivi de lavages à l'alcool absolu, à l'éther anhydre, et terminé par dessiccation

---

(1) Tissier, *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 630; 1859.

(2) Fremy, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. VII, p. 73; 1866.

(3) Ebelmen, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXII, p. 227; 1847.

(4) Sainte-Claire Deville, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLVI, p. 196; 1856.

dans le vide sur l'acide sulfurique. Le produit, encore souillé par du graphite, en est séparé par sa différence de densité dans l'iodure de méthylène. On obtient ainsi une poudre cristalline, homogène au microscope, que l'on peut immédiatement soumettre à l'analyse. Pour cela, après dissolution à chaud dans l'acide chlorhydrique étendu, la liqueur est précipitée par l'ammoniaque; mais il est indispensable de faire au moins trois précipitations successives pour séparer complètement l'alumine de la chaux.

» Voici les chiffres ainsi obtenus :

	I.	II.	III.	Théorie pour Al^2O^4Ca.
Al^2O^3	65,90	64,80	65,10	64,56
CaO	33,00	34,19	33,90	35,34

» C'est donc l'aluminate monocalcique que l'on obtient dans les conditions où nous nous sommes placé. Il se présente sous la forme d'*aiguilles* cristallines incolores et transparentes, paraissant être des prismes obliques à base rectangle, c'est-à-dire sous un aspect différent des produits obtenus par Ebelmen et par Deville. *Il ne raye pas le verre* et sa densité, que l'on a dû prendre dans la benzine cristallisable, est de 3,671 (20°).

» Cet aluminate de calcium est parfaitement stable à l'air sec, mais l'eau l'attaque facilement, il y a dissociation avec précipitation d'alumine; *il ne fait pas prise avec l'eau.* L'acide chlorhydrique l'attaque avec facilité, mais les acides nitrique, sulfurique, fluorhydrique n'agissent que plus lentement. Le fluor, qui est sans action à froid, l'attaque à chaud avec incandescence et production de fumées blanches. Le chlore, le brome et l'iode et le soufre sont sans action marquée à la température de fusion du verre.

» Le carbone n'agit qu'aux températures élevées de l'arc électrique. Il y a formation de deux carbures distincts; on peut les séparer par l'action de l'eau qui ne décompose d'abord que le carbure de calcium; des lavages rapides à l'eau acidulée par HCl séparent des lamelles jaunes de carbure d'aluminium.

» Enfin, le carbonate de potasse et la potasse en fusion décomposent l'aluminate de calcium au rouge.

» Aluminates polycalciques. — Nous avons voulu nous rendre compte si la formation d'*aluminates polycalciques* était réalisable aux températures élevées de l'arc électrique; pour cela nous avons chauffé, dans les conditions de notre première expérience, des mélanges contenant deux, puis trois molécules de chaux pour une d'alumine.

» En présence d'aussi grandes proportions d'oxyde basique, les creusets de charbon sont fortement attaqués; cette intervention du carbone, compliquant la réaction, rend difficile l'interprétation exacte des expériences.

» Néanmoins, les produits obtenus, très différents d'aspect, ont été soumis aux essais suivants : décomposition rapide au contact de l'eau donnant lieu à un dégagement gazeux possédant fortement l'odeur d'acétylène; dès que la réaction est terminée, le résidu de cette attaque est rapidement lavé à l'alcool et à l'éther anhydres, puis desséché.

» Une portion de ce résidu est épuisée par l'alcool absolu acidifié par l'acide nitrique, qui dissout de la chaux et fournit un produit cristallin mélangé de particules de carbone; le reste du résidu précédent, traité par l'eau acidulée par l'acide nitrique, s'y dissout complètement (sauf le carbone). Il y a donc bien eu combinaison des deux oxydes (¹); de plus, le carbure de calcium formé ne peut être le résultat de la carburation d'un *aluminate* basique, puisqu'on ne retrouve ni alumine devenue insoluble dans les acides, ni carbure d'alumine; d'ailleurs, le gaz dégagé sous l'action de l'eau, qui est entièrement absorbable par le chlorure cuivreux ammoniacal, ne contient pas de proportion appréciable de méthane.

» Il est donc probable que, dans des conditions de température aussi élevée, la formation d'aluminates polybasiques n'est pas réalisable.

» *En résumé*, lorsqu'on chauffe à température suffisamment élevée un mélange d'alumine et d'oxyde de calcium, il y a combinaison des deux oxydes, pour former l'aluminate monocalcique (Al^2O^4Ca) cristallisé en aiguilles. Cette forme de cristallisation classe cet aluminate en dehors du groupe des *spinelles;* il se rapproche ainsi de l'aluminate de glucinium, qui était seul jusqu'ici à faire exception.

» Rappelons, pour terminer, que le chromite de calcium Cr^2O^4Ca, obtenu et étudié par nous dans un Travail précédent (²), et le ferrite Fe^2O^4Ca de J. Percy (³), également cristallisés en aiguilles, ne rentrent pas non plus dans le groupe des *spinelles*. »

(¹) L'alumine employée dans ces expériences, fortement calcinée, était insoluble dans les acides.

(²) E. Dufau, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 689; 1895.

(³) J. Percy, *Phil. Mag.*, 4ᵉ série, t. XLV, p. 455; 1861.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les farines améliorantes de Russie.* Note de M. **Balland.**

« Depuis quelque temps il nous arrive de Russie, par le port de Marseille, des farines dont les proportions de gluten dépassent de beaucoup les limites acceptées jusqu'à ce jour. Ces produits, vendus sous les noms de *farines améliorantes* ou de *farines de force*, portent différentes marques : le *Champion, Hercule, Samson*. Ils se distinguent, à première vue, des farines ordinaires par une nuance moins blanche, une odeur moins aromatique et une saveur moins agréable; au toucher, il n'y a pas de souplesse, et la pression dans la main donne des pelotes sans consistance. Au tamis de soie n° 120, il reste 2 à 3 pour 100 de résidu.

» A l'analyse, on obtient jusqu'à 4,72 pour 100 d'azote (29,5 pour 100 de matières azotées) : on y trouve les mêmes proportions de cendres et de cellulose que dans les farines fleurs, avec moins d'amidon, moins d'eau et un peu plus de matière grasse. L'acidité est également plus forte.

» Voici d'ailleurs les résultats des analyses, rapportés à 100 parties :

	Le Champion. I.	Hercule. II.	Samson. III.
Eau	9,90	10,70	11,00
Matières azotées	29,48	22,11	16,43
» grasses	1,60	1,45	1,20
» amylacées	58,22	64,94	70,65
Cellulose	0,20	0,25	0,27
Cendres	0,60	0,55	0,45
	100,00	100,00	100,00
Gluten humide	82,80	64,50	46,40
Gluten sec [1]	29,10	22,00	16,00
Azote total	4,717	3,537	2;628
Acidité	0,073	0,065	0,065

» Ces produits spéciaux sont vraisemblablement des mélanges, à proportions variables, de farines de blé et de farines de gluten. On sait, en effet, que le gluten sec, s'il a été desséché avec soin à une basse tempé-

---

[1] Le gluten I contenait 14,85 pour 100 d'azote; le gluten II 14,99 pour 100 et le gluten III 14,55 pour 100.

rature, peut se pulvériser ou se moudre facilement et reprendre, avec son élasticité, toute l'eau qu'il avait à l'état humide.

» Les *farines de force* sont offertes aux boulangers français pour améliorer les farines pauvres en gluten et augmenter, assurent les fabricants, le rendement en pain. Il est certain qu'à l'aide de tels mélanges on peut restituer aux farines la matière azotée qu'un excès de blutage leur a enlevée; mais on ne leur rend pas les phosphates, dont les proportions sont aujourd'hui si réduites.

» Il y a longtemps que Parmentier a cherché à améliorer les farines des blés ayant souffert en culture, en leur ajoutant de la poudre de gluten; ses essais, entrepris vers 1772, à une époque où l'on avait à redouter les famines, ont également porté sur les farines d'orge, de seigle et de pomme de terre, mais ils n'ont pas été sanctionnés par la pratique ([1]).

» La panification des farines les plus pauvres en gluten, c'est-à-dire des farines fleurs, qui donnent les pains les plus blancs et les plus légers, ne gagnera pas aux mélanges proposés, elle se fera moins bien qu'avec des farines de blés assortis, moulus ensemble ou séparément. Quant au rendement en pain, qui pour 100^{kg} de farine serait porté de 132^{kg} à 140^{kg}, il est purement fictif pour le consommateur, la différence de poids, comme je l'ai constaté, étant due à un excès d'eau retenu par le gluten. Les pains ne diffèrent, en réalité, que par la matière azotée qui a été substituée à l'amidon. »

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

([1]) PARMENTIER, *Examen chymique des pommes de terre, dans lequel on traite des parties constituantes du bled.* Paris, Didot le Jeune; 1773.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er OCTOBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'absorption de l'oxygène libre par l'urine normale.* Note de M. BERTHELOT.

« Les relations qui existent entre l'oxygène *libre* et les différents liquides de l'économie n'ont guère été étudiées jusqu'ici que pour le sang, la plupart de ces liquides étant difficilement susceptibles d'être recueillis en quantités notables et dans des conditions où ils ne soient pas soumis à l'action prolongée de l'air ambiant. J'ai été amené à examiner ces relations pour le liquide physiologique le plus abondant après le sang et le plus facile à recueillir dans des conditions diverses; je veux parler de l'urine; et j'ai reconnu qu'elle absorbe de l'oxygène libre dans son état

normal, c'est-à-dire qu'elle constitue un milieu réducteur, circonstance susceptible d'importantes conséquences physiologiques et pathologiques.

» *Méthode.* — La méthode que j'ai employée pour l'extraction des gaz de l'urine est la même que j'ai mise en œuvre dans mes recherches relatives à l'action de l'oxygène sur le vin et sur l'essence de térébenthine. Elle consiste, en principe, à opérer sur le mercure. Je déplace ces gaz dissous dans le liquide, en l'agitant avec un autre gaz (acide carbonique ou azote, suivant les cas) sur le mercure, puis en analysant rigoureusement le mélange obtenu [1]. On extrait ainsi, d'une part, l'oxygène et l'azote dissous, au moyen du gaz acide carbonique; d'autre part, le gaz carbonique simplement dissous, au moyen de l'azote. L'azote sert aussi à extraire l'acide carbonique combiné, après addition d'acide sulfurique, etc.

» Voici les résultats de mes analyses exécutées sur des échantillons d'urine émis au contact de l'air, puis renfermés dans des flacons complètement remplis et clos. D'après les essais préalables, il n'a pas paru nécessaire d'exclure absolument l'air au moment de l'émission, ce qui aurait beaucoup compliqué le manuel opératoire; en effet l'absorption de l'oxygène, quoique assez rapide, n'est pas instantanée : toutefois le contact avec l'atmosphère ne doit pas être prolongé.

» *Remarques.* — Les données numériques qui suivent ont été rapportées à 1 litre d'urine. Les analyses ont été exécutées sur des quantités d'urine voisines de 50^{cc} à 100^{cc} pour les dosages de gaz. Les volumes gazeux sont rapportés à la pression de $0^{m},76$ et à la température de $20°$.

» L'urée est calculée comme à l'ordinaire, d'après le volume d'azote dégagé par la réaction de l'hypobromite de soude.

» Le titre acide a été déterminé par le virage de la phtaléine. Le poids indiqué est celui de l'acide sulfurique, SO^4H^2, qui neutraliserait la même quantité de potasse que les acides de l'urine.

» Les urines étudiées offraient toutes l'odeur et la coloration normale (plus ou moins intense). Elles pouvaient être conservées en vases clos, sans addition d'aucun antiseptique, pendant vingt-quatre heures et plus, sans qu'il s'y produisît aucune altération apparente, ni dans l'odeur, ni dans le titre acide, ni dans la dose d'acide carbonique dissous. Elles étaient transparentes au moment de l'émission et se troublaient peu à peu, en fournissant, par refroidissement, un léger dépôt, soluble dans quelques gouttes d'acide acétique étendu (phosphates et carbonates). Ce dépôt se produisait de même dans l'urine conservée dans un vase complètement rempli et clos.

---

[1] L'emploi de la pompe à mercure fournit des résultats moins exacts, à cause de la difficulté d'exclure complètement les dernières traces d'air de l'appareil.

Les liqueurs ainsi acidifiées par l'acide acétique laissaient déposer, au bout de quelques heures, des cristaux d'acide urique. Ni sucre, ni albumine.

Tableau des analyses.

	Oxygène		Azote	Acide carbonique					
				dissous		après addition d'acide			Titre acide
	dissous.	absorbé.	dissous.	initial.	final.	sulfurique.	Densité.	Urée.	à la phtaléine.
		cc	cc	cc	cc	cc			gr
I. Urine de la nuit.........	Nul	»	14	28	»	»	1008	9,2	0,85 (¹)
La même agitée avec 122^{cc} d'oxygène sous une pression de $0^m,65$. — Analysée après 24^h........	»	42	id.	»	»	»	»	9,2	0,84
II. Urine du matin consécutive à la précédente....	Nul	»	»	»	»	»	1010 »	8,7 8,7	0,514 0,52
La même agitée avec 194^{cc} d'oxygène sous une pression de $0^m,65$. — Analysée après 24^h........	»	41	»	»	60	»	»	»	»
III. Urine de la nuit suivante.	Nul	»	12	84	»	108	1019	16,8	1,26
La même agitée avec 112^{cc} d'oxygène sous une pression de $0^m,65$. — Analysée après 24^h........	»	30	»	»	84 (²)	»	»	17,0	»

» *Conclusions.* — 1° Les urines examinées ont toutes absorbé l'oxygène libre et cela en dose supérieure à celle de la solubilité de l'oxygène dans l'eau pure. En effet, cette proportion, étant données les conditions des expériences, se serait élevée à 22^{cc} dissous physiquement.

» Dans l'expérience I, il y aurait dès lors 20^{cc}, c'est-à-dire 28 milligrammes entrés en combinaison avec les principes immédiats de l'urine.

» Dans l'expérience II, on a 19^{cc}, c'est-à-dire 26 milligrammes d'oxygène entrés en combinaison.

» Dans l'expérience III, on a 8^{cc}, c'est-à-dire 11 milligrammes d'oxygène entrés en combinaison.

(¹) Le titrage au tournesol (*voir* plus loin) est également demeuré le même, avant et après l'action de l'oxygène.

(²) On a tenu compte, dans cette évaluation, de 9^{cc} de CO^2 dégagés au sein de l'atmosphère d'oxygène.

» L'urine se comporte donc comme un liquide réducteur, bien qu'elle ait été sécrétée par les reins aux dépens du sang artériel, dans lequel l'oxygène prédomine. Elle se comporte à cet égard comme la plupart des tissus de l'économie, avec cette différence que les tissus préexistent au sang artériel qui arrive en contact avec eux et auquel ils enlèvent une portion de son oxygène disponible, tandis que l'urine, au contraire, est extraite du sang lui-même.

» Ce résultat seul suffirait à établir que la sécrétion de l'urine par les reins n'est pas un phénomène purement physique d'endosmose, mais qu'elle représente une véritable opération chimique.

» L'absorption de l'oxygène observée dans mes expériences est bien un phénomène chimique. Elle n'est pas d'ailleurs attribuable à des agents microbiens, tels que ceux qui produisent la fermentation acétique. Maintenant, l'oxydation de l'urine se produit-elle avec le concours d'agents intermédiaires entre l'oxygène libre et les autres principes immédiats, à la façon de l'essence de térébenthine oxydée ou des oxydases [1]? C'est une question réservée à un examen ultérieur. Mais les analyses précédentes jettent déjà quelque jour sur la nature des produits de cette oxydation. En effet, les chiffres des deux dernières colonnes du Tableau montrent que l'oxygène absorbé par les urines précédentes n'en a pas modifié le titre acide, ou la dose d'urée, non plus que dans l'expérience III la dose d'acide carbonique dissous. Ce sont des résultats analogues à ceux qui auraient été obtenus sur diverses matières colorantes, régénérables par l'oxygène dans un milieu réducteur : l'indigo bleu, par exemple, régénéré de l'indigo blanc. On peut citer à l'appui le fait suivant : dans certains cas, l'urine émise après les repas est presque incolore. Mais elle jaunit peu à peu au contact de l'air, et ce phénomène est accompagné par une absorption d'oxygène.

» Ces observations distinguent l'oxydation des principes de l'urine des oxydations qui transforment les alcools et les aldéhydes en acides. Par exemple, chaque gramme d'oxygène absorbé par un aldéhyde accroît de 3^{gr} le titre acide (évalué en acide sulfurique). Une absorption de 28^{mgr} d'oxygène, produisant une réaction de ce genre, porterait donc le titre acide de l'échantillon I de $0^{gr},85$ à $0^{gr},93$; celui de l'échantillon II de $0^{gr},52$ à $0^{gr},57$, différences très appréciables à nos analyses.

---

(1) Voir ma *Chimie végétale*, t. III, p. 469.

» Observons encore que les résultats obtenus avec l'oxygène libre ne sauraient être assimilés, au point de vue physiologique, avec ceux d'un composé minéral oxydant, tel que le permanganate de potasse ou l'acide chromique.

» Il est une autre conséquence des analyses qui mérite d'être mise en évidence. C'est l'absence de l'oxygène libre à l'état de dissolution dans l'urine, telle qu'elle sort de l'économie. En effet, si l'urine contenait à ce moment de l'oxygène simplement dissous, c'est que cet oxygène aurait déjà épuisé son aptitude à se combiner immédiatement avec les principes immédiats de l'urine.

» Je n'ignore pas que les analyses des auteurs, signalées dans le *Traité de Chimie physiologique* de M. A. Gautier, indiqueraient la présence de l'oxygène dans l'urine, en faible dose, à la vérité ($0^{cc},2$ à $0^{cc},8$); mais ces proportions d'oxygène préexistant sont inconciliables avec l'aptitude de l'urine à entrer en combinaison avec l'oxygène : elles me paraissent attribuables à un séjour trop prolongé du liquide au contact de l'air, et peut-être aussi à un épuisement incomplet par la pompe à mercure des gaz initiaux contenus dans l'appareil.

» 2° Si elles ne contiennent pas d'oxygène libre, par contre les urines examinées renferment des doses d'azote voisines de celle de 14^{cc}, qui répondrait à la saturation normale de l'eau pure, dans les conditions des expériences. Ce fait pouvait être prévu, d'ailleurs, l'eau formant la presque totalité de ce liquide.

» 3° Les urines examinées contenaient des doses d'acide carbonique simplement dissous, variables entre 28^{cc} et 84^{cc}. L'échantillon III a dégagé 24^{cc} de plus par l'addition d'un acide : ce qui répond aux bicarbonates. Ces valeurs sont comprises dans les mêmes limites observées par Planer (44^{cc} à 100^{cc}) et par Wurster et Schmidt (50^{cc} déplaçables par un courant d'air, et 50 de plus par l'addition d'un acide). De telles variations correspondent à celles des phénomènes physiologiques accomplis dans l'organisme, lors de la sécrétion de l'urine. En tout cas, la dose d'acide carbonique soit libre, soit combiné, contenue dans ces urines est bien plus faible que celle qui répondrait à un liquide aqueux saturé de ce gaz (900^{cc} environ à 20°).

» On a vu dans le Tableau que la proportion d'acide carbonique libre n'avait pas été modifiée sensiblement par l'absorption de l'oxygène dans l'échantillon III. C'est là un résultat que l'on aurait pu prévoir, d'ailleurs,

d'après l'identité des dosages acidimétriques des échantillons I et II, avant et après la réaction de l'oxygène. En effet, les dosages à la phtaléine comprennent les divers acides libres de l'urine, et parmi eux l'acide carbonique, en excès sur les bicarbonates. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Remarques sur l'acidité de l'urine;* par M. **Berthelot.**

« J'ai rappelé comment le degré d'acidité de l'urine peut être mesuré au moyen de la phtaléine, et comparé en le rapportant à un certain poids équivalent d'acide sulfurique. Ceci réclame quelque explication. En effet, dans la réalité, ce poids devrait être remplacé par une somme équivalente, celle des acides véritables de l'urine, susceptibles d'être dosés au moyen de la phtaléine. Or cette somme comprend plusieurs ordres d'acidité : l'acidité des acides forts, tels que les acides chlorhydrique et sulfurique, laquelle se dose nettement soit avec le méthylorange, soit avec le tournesol; et l'acidité des acides faibles, tels que l'acide carbonique (en sus des bicarbonates), que le méthylorange n'accuse pas et que le tournesol définit mal.

» On sait que ces deux ordres d'acidité coexistent dans certains acides polybasiques, tels que l'acide phosphorique. Or si l'on substitue à la teinture de tournesol, mélangée avec la totalité du liquide, un papier sensible coloré avec cette même matière, ou bien une goutte de teinture déposée sur une soucoupe, on réussit à exécuter, par le procédé dit *de la touche*, des dosages approximatifs de l'acidité de l'urine. Ces dosages sont très délicats, mais leur comparaison avec les dosages faits au moyen de la phtaléine est intéressante. La touche exclut d'ailleurs l'acide carbonique, que le contact de l'air élimine dans l'application de ce procédé; mais elle comprend la seconde acidité de l'acide phosphorique, quoique imparfaitement.

» Ces diverses circonstances permettent donc d'apprécier dans une certaine mesure la nature des acides de l'urine. Par exemple, l'urine I, définie ci-dessus, a paru neutre au méthylorange, ce qui exclurait les acides de l'ordre de l'acide chlorhydrique et la première acidité de l'acide phosphorique, si le colorant était suffisamment sensible en présence d'une urine teinte elle-même en jaune. Cette urine a accusé à la phtaléine une dose d'acide équivalente à $0^{gr},85$ d'acide sulfurique au litre, et au tournesol (procédé de la touche), une dose équivalente à $0^{gr},45$.

» Or la proportion d'acide carbonique libre dissous dans cette urine, dans les conditions ci-dessus, était égale à 28^{cc}; soit 0^{gr},062, équivalent à 0,056 de SO^4H^2. On voit que les acides possédant une réaction de l'ordre de la seconde acidité de l'acide phosphorique ne représentaient guère que la moitié de l'acidité dosable par la phtaléine; quant à l'acidité attribuable à l'acide carbonique, elle répondait seulement à un quinzième environ de celle de la phtaléine.

» J'ajouterai que ces valeurs absolues et ces proportions relatives entre les trois genres d'acidité sont demeurées sensiblement les mêmes après l'absorption de l'oxygène par l'urine I.

» Ces rapports varient, d'ailleurs, très notablement d'un échantillon d'urine à un autre. Ainsi dans l'urine II, l'acidité accusée par la phtaléine équivalait à 0,52; par le tournesol à 0^{gr},16, soit un tiers environ; enfin celle de l'acide carbonique dissous répondait à 0^{gr},11, soit un cinquième de celle de la phtaléine.

» Dans l'urine III, l'acidité accusée par la phtaléine équivalait à 1,26; par le tournesol à 0,14, c'est-à-dire au neuvième; celle de l'acide carbonique dissous répondait à 0,15, soit un huitième. Ainsi, dans cette urine, sur une équivalence acide représentée par 100, les acides de l'ordre de la seconde acidité de l'acide phosphorique répondraient à 11; l'acide carbonique libre à 12; les acides faibles libres à 77.

» De semblables indications ne sont pas sans intérêt pour la diagnose de la constitution des sécrétions rénales. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction** publique transmet à l'Académie, au nom de M. le Ministre des Affaires étrangères, un exemplaire d'une brochure intitulée : « Fondation Nobel, statuts et règlements; traduction officielle, Stockholm, 1900 ».

M. le **Secrétaire perpétuel**, en présentant à l'Académie, au nom de M. *Stäckel,* le tirage à part de la Section destinée à la Géométrie dans le Tome VIII des *Œuvres de Gauss,* insiste sur le haut intérêt que présente, au point de vue de l'Histoire et de la Philosophie des Sciences, le complément

que l'on se propose de donner à la publication des Notes et des Manuscrits laissés par Gauss.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la distribution de la composante horizontale du magnétisme terrestre en France.* Note de M. E. MATHIAS, présentée par M. Mascart.

« 1. Depuis six ans environ, j'ai entrepris, d'accord avec M. B. Baillaud, Directeur de l'observatoire de Toulouse, l'étude détaillée de la distribution du magnétisme terrestre dans la région toulousaine. Comme M. Moureaux, dont j'ai suivi les errements, j'ai effectué les mesures au moyen de deux boussoles de voyage construites par Brünner; les admirables instruments qui m'ont servi appartiennent au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure et m'avaient été gracieusement prêtés par MM. Violle et Brillouin, que je prie de bien vouloir agréer mes sincères remercîments.

» Conformément au système de cartes que j'ai proposé en 1897 (1), j'ai rapporté toutes les localités à une station de référence et déterminé la différence entre chacun des éléments magnétiques mesurés en un endroit X et l'élément *correspondant* (2) de l'observatoire de Toulouse. A cet effet, je retranchais de la différence (X — Parc) la différence (Toulouse — Parc) contemporaine et j'obtenais la différence cherchée (X — Toulouse). Cette différence étant une fonction très lente du temps, on peut considérer comme comparables entre eux les nombres obtenus à quelques années d'intervalle; l'influence de l'altitude étant excessivement faible, il s'ensuit que les différences (X — Toulouse), pour un élément donné et un intervalle de quelques années, sont exclusivement fonction des différences de longitude et de latitude géographiques de l'endroit X et de l'observatoire de Toulouse.

» Soient (Δ long.) et (Δ lat.) ces différences; pour une région peu étendue, la différence (X — Toulouse) doit pouvoir être représentée par une fonction linéaire de la forme $x(\Delta\,\text{long.}) + y(\Delta\,\text{lat.})$, x et y étant des constantes numériques convenables.

» 2. Dans le but d'appliquer cette méthode à la composante horizon-

---

(1) E. MATHIAS, *Mém. de l'Acad. des Sc. de Toulouse*, 9e série, t. IX, p. 438, 1897, et *Journ. de Phys.*; 1897.

(2) Les éléments correspondants se rapportent à des heures locales identiques.

tale, j'ai réuni 70 observations faites dans la région de Toulouse; au moyen d'une formule provisoire à coefficients très simples, trouvée aisément après quelques tâtonnements, j'ai pu éliminer 16 observations se rapportant à des localités *anomales*. Les 54 observations restantes comprenaient 14 observations de M. Moureaux, 3 de M. Fitte et 37 de moi-même se rapportant à tout ou partie des 8 départements suivants : Ariège, Gers, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Lot, Lot-et-Garonne, Tarn, Tarn-et-Garonne. La bienveillance de M. B. Baillaud ayant mis à ma disposition les calculateurs de l'observatoire de Toulouse, les 54 équations à deux inconnues x et y obtenues ainsi ont été résolues par la méthode des moindres carrés (¹) et ont fourni la formule

$$\Delta H = -1,26(\Delta\,\text{long.}) - 7,42(\Delta\,\text{lat.}), \tag{1}$$

dans laquelle ΔH est la différence (X — Toulouse) pour une époque moyenne voisine de 1896, cette différence étant exprimée en unités du cinquième ordre décimal, (Δ long.) et (Δ lat.) étant exprimés en minutes.

» Il est remarquable que *la formule précédente s'applique à toute la France*, abstraction faite des anomalies, bien entendu. Grâce à elle, j'ai pu retrouver, avec des différences généralement inférieures aux erreurs d'observation, la plupart des nombres que M. Moureaux a déterminés dans son travail magistral sur la Carte magnétique de la France, nombres qu'il a ramenés tout récemment à l'époque uniforme du 1er janvier 1896 (²) et que l'on peut dès lors comparer avec la formule (1). Lorsque la différence des ΔH calculés et observés est inférieure à 30 ou 35 unités du cinquième ordre, on peut considérer la station X comme *régulière;* si la différence est supérieure à 40 unités, on a affaire à une *anomalie* dont l'importance est proportionnelle à la valeur absolue de cette différence. On peut ainsi séparer très simplement les stations anomales des stations régulières et poser, relativement à la constance et à l'intensité des anomalies de la composante horizontale *dans le temps*, des problèmes qui devront être résolus ultérieurement. Toutefois, la formule (1), si satisfaisante en ce sens qu'elle démontre à la fois l'admirable régularité des mesures de M. Moureaux et la précision des mesures faites dans la région de Toulouse, n'est pas défini-

---

(¹) Par M. F. Rossard, assistant à l'observatoire de Toulouse, que je remercie vivement de son précieux concours.

(²) Th. Moureaux, *Réseau magnétique de la France au 1er janvier 1896* (*Annales du Bureau central météorologique pour 1898*).

tive, car les différences entre les nombres calculés et observés sont négatives dans l'ouest et le nord de la France et positives dans l'est et le sud-est; les valeurs absolues des coefficients de (Δ long.) et de (Δ lat.) sont donc légèrement trop grandes. Le calcul des corrections à apporter à ces coefficients sera fait par les moindres carrés en utilisant quatre cents stations régulières visitées par M. Moureaux ou moi-même et appartenant à toutes les régions de la France. C'est la formule ainsi obtenue qui permettra le triage définitif des stations régulières et anomales et donnera en grandeur et en signe la valeur des anomalies pour la composante horizontale.

» 3. Les mesures de déclinaison et d'inclinaison faites dans la région de Toulouse ont pu être représentées par des expressions analogues à la formule (1). Pour la déclinaison, en particulier, je disposais de 88 observations dont 36 ont dû être considérées comme anomales; la formule qui représente très bien les 52 autres observations ne représente nullement la distribution de la déclinaison dans les départements circonvoisins. On voit donc que, tandis que la composante horizontale se comporte comme un élément régulier, fonction continue de la longitude et de la latitude géographiques, la déclinaison est d'une nature différente et apparaît comme une fonction discontinue des mêmes coordonnées géographiques.

» L'inclinaison variant assez peu dans l'étendue de la France, la composante horizontale, à une époque donnée, est une fraction sensiblement constante de la force magnétique totale; des calculs ultérieurs montreront si ce vecteur et ses différentes composantes *verticale*, *nord* et *ouest* sont ou non susceptibles d'être représentés par une loi de distribution de la forme (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les séléniures de nickel.* Note de M. **Fonzes-Diacon**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les vapeurs de sélénium réagissent, à la température du rouge, sur le nickel en poudre, en donnant, d'après Little [1], une masse cristalline *paraissant* formée par des cristaux du système cubique.

» J'ai pu préparer toute une série de séléniures de nickel, analogues aux sulfures correspondants; entre autres, j'ai obtenu le protoséléniure de nickel en cristaux cubiques très nets.

[1] Little, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXII, p. 211.

» *Protoséléniure de nickel.* — En employant la méthode indiquée par M. Margottet (¹), c'est-à-dire en faisant arriver des vapeurs de sélénium très diluées dans un courant d'azote, sur des lames de nickel portées au rouge sombre, on voit les lames se recouvrir de cristaux présentant l'aspect de feuilles de fougère ou de longs prismes. Si les vapeurs de sélénium entraînées par l'azote arrivent en plus grande abondance, les lames de nickel se recouvrent de cristaux beaucoup plus nets, résultant de la fusion des premiers cristaux formés. En arrêtant l'opération à ce moment, de façon à éviter la fusion complète de la croûte cristalline, on observe que celle-ci est constituée principalement par des doubles tétraèdres droits et gauches combinés. Ces cristaux sont très nets, ils possèdent une couleur grise à reflets bleutés et répondent à la formule $NiSe$.

» Le protoséléniure de nickel appartient donc bien au système cubique.

» On obtient encore ce même composé en faisant passer sur du chlorure de nickel anhydre, chauffé au rouge blanc dans un tube de porcelaine, un courant d'hydrogène sélénié.

» Les nacelles renferment une masse gris clair, fondue, à aspect métallique.

» *Sesquiséléniure de nickel.* — Le chlorure de nickel anhydre, porté au rouge sombre dans un courant d'hydrogène sélénié, donne naissance à des produits répondant, suivant les cas, aux formules Ni^2Se^3 ou Ni^3Se^4. J'ai notamment obtenu un produit cristallisé gris, présentant des formes dérivées du système cubique, dont la formule se rapproche de Ni^3Se^4; mais, malgré un grand nombre d'essais, je n'ai jamais pu l'obtenir exempt d'un produit un peu moins riche en sélénium.

» *Biséléniure de nickel.* — Ce composé, répondant à la formule $NiSe^2$, s'obtient en faisant réagir l'hydrogène sélénié sur le chlorure de nickel anhydre, chauffé à une température d'environ 300°. Il se présente sous l'aspect d'une masse friable d'un gris noir terne. L'oxyde de nickel donne les mêmes résultats.

» *Sous-séléniure de nickel.* — Les composés précédents, chauffés au rouge blanc dans un courant d'hydrogène, perdent du sélénium, mais lentement. Il en résulte une masse fondue jaune bronze à cassure métallique. Ce produit, trituré et soumis de nouveau à haute température à l'action de l'hydrogène pendant six à huit heures, se transforme en un sous-séléniure de nickel, Ni^2Se, se présentant sous la forme de masses fondues jaune d'or.

» Enfin, ce produit lui-même réduit par l'hydrogène, au feu de coke, perd lentement du sélénium et sa surface se recouvre de filaments striés et contournés, constitués par du nickel filiforme analogue à l'or, à l'argent et au cuivre filiformes préparés par M. Margottet.

» *Oxyséléniure de nickel.* — Le sous-sulfure de nickel ayant été obtenu par Arfvedson (²) dans la réduction du sulfate par l'hydrogène, j'ai essayé de préparer le sous-séléniure par la réduction du séléniate correspondant.

» Ce sel, soigneusement desséché, a été chauffé dans un courant d'hydrogène sec; au début il se forme de la vapeur d'eau et de l'anhydride sélénieux se sublime; puis,

---

(¹) MARGOTTET, *Thèse de Doctorat*. Paris, 1879.

(²) ARFVEDSON, *Pogg. Ann.*, t. I, p. 66.

la température s'élevant, l'hydrogène réagit sur le sel avec incandescence avant le rouge sombre.

» Si l'on arrête alors l'opération, on retire des nacelles une poudre vert foncé, non magnétique, se dissolvant en partie dans l'acide chlorhydrique dilué sans dégagement gazeux, et entièrement dans l'acide concentré avec dégagement de SeH^2.

» L'analyse de ce corps montre qu'il renferme un autre élément en plus du sélénium et du nickel, et, en effet, chauffé dans un courant d'hydrogène, il donne de la vapeur d'eau.

» C'est donc un oxyséléniure de nickel ou, mieux, un mélange d'oxyde et de séléniure de nickel, dont les proportions varient avec la rapidité avec laquelle a été atteinte la température de réduction. En effet, le séléniate de nickel, par la chaleur seule et bien avant le rouge sombre, se dissocie en oxyde vert et anhydride sélénieux.

» Si l'on effectue la réduction du séléniate au rouge, on obtient un mélange de séléniure de nickel et de nickel ne répondant pas à une formule définie; enfin, au rouge blanc, le contenu des nacelles est constitué par du nickel renfermant fort peu de sélénium.

» Au four électrique, sous un arc de 1000 ampères et 50 volts, le séléniate de nickel mélangé à du charbon est complètement réduit en nickel métallique.

» *Propriétés des séléniures de nickel.* — L'acide chlorhydrique, même concentré et bouillant, les attaque fort peu. L'acide chlorhydrique gazeux les transforme lentement à haute température en chlorure de nickel lamelleux.

» L'acide azotique les oxyde en donnant des sélénites.

» Le chlore en déplace facilement, à chaud, le sélénium.

» Grillés dans un courant d'oxygène ils donnent naissance à de l'oxyde vert de nickel et à de l'anhydride sélénieux.

» *En résumé,* j'ai obtenu le protoséléniure de nickel en tétraèdres cubiques. J'ai préparé les sesqui, bi, sous-séléniures de nickel ainsi qu'un oxyséléniure qui n'étaient pas connus.

» Enfin j'ai montré que, réduits par l'hydrogène au rouge blanc, ces corps peuvent donner naissance à du nickel filiforme. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxycelluloses du coton, du lin, du chanvre et de la ramie.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. Henri Moissan.

« On admet que les fibres textiles purifiées provenant du coton, du lin, du chanvre et de la ramie sont constituées par de la cellulose : il était intéressant de rechercher comment se comportait la cellulose préparée par ces différents textiles, quand elle est soumise à la méthode d'oxydation que j'ai indiquée, en vue de l'obtention de l'oxycellulose.

» *Oxydation du coton.* — 30^{gr} de coton purifié ont été traités pendant une heure à l'ébullition par le mélange suivant :

Eau	3000^{cc}
$KClO^3$	150^{gr}
HCl à 22°	150^{gr}

On a obtenu 20^{gr}, 22^{gr}, en moyenne 21^{gr} ou 70 pour 100 d'oxycellulose.

» *Oxydation du chanvre.* — Je suis parti d'étoupes de chanvre pur, brun clair, n'ayant subi d'autre traitement que le rouissage à l'eau. Les brins de paille ont été enlevés à la pince : la matière a été traitée ensuite :

» 1° Par deux bains successifs de CO^3Na^2 à 1 pour 100, trente minutes à l'ébullition;

» 2° Par deux bains successifs de NaOH à 1 pour 100, trente minutes à l'ébullition, qui dissolvent en brun noirâtre les matières pectiques. Ce traitement a été répété une seconde fois; j'ai terminé par un lavage à l'eau, à l'acide chlorhydrique froid à 1 pour 100, à l'eau, à l'alcool, et un séchage à 70°-80°. On obtient ainsi du chanvre relativement blanc et brillant, dont on a extrait encore par la pince quelques fragments de paille.

» Ce chanvre purifié, soumis à l'oxydation, s'attaque beaucoup plus difficilement que le coton.

» Il n'a pas fallu, pour 30^{gr}, moins de deux oxydations successives par

Eau	3000^{cc}	pendant deux heures à l'ébullition.
$KClO^3$	150^{gr}	
HCl à 22°	200^{gr}	

Rendement 20^{gr}, 21^{gr}, moyenne $20^{gr},5$ ou 68 pour 100.

» *Oxydation du lin et de la ramie.* — Ces deux textiles se comportent à l'oxydation comme le coton et donnent respectivement, en produit oxydé, pour 30^{gr} de matière :

Lin	22^{gr}	20^{gr}	Moyenne	70 pour 100.
Ramie	21^{gr}	21^{gr}	Moyenne	70 pour 100.

» *Formation des osazones.* — Les quatre oxycelluloses ainsi obtenues ont été traitées par la phénylhydrazine dans les proportions suivantes :

Acide acétique	$15^{gr.}$
Phénylhydrazine	24
Oxycellulose	10

Eau pour compléter le volume à 200^{cc}.

» On a chauffé le mélange au bain-marie à 90° pendant trente minutes; au bout de ce temps, la poudre jaune formée a été recueillie sur un filtre, lavée avec 200^{cc} d'eau, 200^{cc} d'alcool, et séchée dans le vide sur l'acide sulfurique.

» On a dosé l'azote dans le produit sec provenant de chaque oxycellulose :

		Azote pour 100.
Osazone de l'oxycellulose du	coton	1,59
»	chanvre	1,69
»	lin	1,65
»	ramie	1,58

» *Pouvoir réducteur.* — La propriété caractéristique des oxycelluloses réside dans la faculté de réduire la liqueur cupropotassique.

» Les quatre oxycelluloses préparées agissent très fortement sur ce réactif. J'ai trouvé, pour le nombre de centimètres cubes de liqueur de Pasteur réduite par 100^{gr} de substance :

Oxycellulose du	coton	1140
»	chanvre	947
»	lin	840
»	ramie	850

» *Fixation des matières colorantes basiques.* — J'ai déterminé le pouvoir absorbant des quatre oxycelluloses par rapport à la safranine et au bleu méthylène.

» $0^{gr},6$ de matière colorante ont été dissous dans 1^{lit}; on a pris 100^{cc} de solution qu'on a fait agir pendant dix minutes à l'ébullition sur 1^{gr} de matière. On a filtré ensuite, ramené le volume du bain colorant à 100^{cc} par lavage en filtre. Le bain colorant épuisé a été examiné au colorimètre comparativement au bain initial.

	Épaisseur relative des solutions à intensité colorante égale	
	Safranine.	Bleu méthylène.
Bain initial	3	3
Bain traité par l'oxycellulose du coton	4.9	5.3
» » chanvre	4.9	4.9
» » lin	4.7	5.1
» » ramie	5	4.9

Les bains ont été appauvris par les oxycelluloses de 40 pour 100 en moyenne.

» *En résumé*, les celluloses provenant du coton, du chanvre, du lin, de la ramie, donnent sensiblement les mêmes produits par oxydation. Les différences numériques constatées entre les propriétés des oxycelluloses obtenues sont relativement faibles, et peuvent s'expliquer, soit par les conditions d'état physique propre à chaque textile, soit par les condensations de la molécule $(C^6H^{10}O^5)^n$, qui ne sont pas tout à fait identiques pour les textiles considérés. »

BOTANIQUE. — *Sur la mutabilité de l'*OEnothera Lamarckiana. Note de M. **Hugo de Vries**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Presque toujours, les espèces à l'état sauvage se montrent à notre observation directe comme immuables, quoique très polymorphes; c'est-à-dire que les graines d'un même individu peuvent reproduire toutes les formes, tandis que dans une espèce douée de mutabilité il apparaît des individus ayant de nouveaux caractères, et qui, isolés, reproduisent uniquement la forme apparue.

» Dans les plantes cultivées, la mutabilité n'est ordinairement, en grande partie, qu'apparente; c'est plutôt un état de polymorphie qu'un phénomène de changement. Les formes vraiment changeantes de nos cultures doivent presque toujours cette propriété à l'hybridation.

» Il est très rare de trouver une espèce pure à l'état de mutabilité. L'OEnothère de Lamarck, que je cultive depuis plus de douze années dans mon jardin d'expériences, m'a présenté cette mutabilité. Elle produit constamment des formes nouvelles. La plupart sont incapables d'un développement normal et périssent bientôt sans arriver à produire des graines; d'autres sont complètement stériles. Toutefois, il y en a sept qui se sont reproduites par graines dans une proportion assez grande pour permettre une étude exacte.

» Ces sept espèces sont l'*OE. gigas*, décrite dans une Note précédente (¹), l'*OE. albida* à feuilles très étroites, blanchâtres, à fleurs d'un jaune pâle et à fruits courts, l'*OE. oblonga* à feuilles oblongues, pétiolées, à tige courte se terminant en un épi dense avec des fleurs moins grandes que dans l'espèce mère, et des fruits petits, l'*OE. rubrinervis* à tige fragile par le développement imparfait des fibres libériennes, l'*OE. lata,* rendue femelle par l'avortement complet du pollen (accompagné d'un développement anormal de la couche cellulaire interne de la paroi des anthères), et très facile à reconnaître par l'ampleur de tous ses organes, l'*OE. scintillans* à feuilles étroites d'un vert foncé, et comme luisantes, à fleurs et à fruits petits, et l'*OE. nanella,* forme naine d'une hauteur de quelques décimètres seulement.

» L'*OE. gigas* ne s'est présentée qu'une seule fois; les autree espèces

---

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 124; 9 juillet 1900.

se sont produites plus ou moins régulièrement dans chaque génération, et souvent en nombre assez grand.

» L'*Œ. Lamarckiana* a été cultivée, dans les trois premières générations, de 1886 à 1891, comme bisannuelle. Les porte-graines, au nombre de six à dix pour chaque génération, ont fleuri chaque fois sur un carré bien isolé. Les cinq générations suivantes ont été annuelles (1895-1899); les porte-graines ont fleuri dans des sacs de parchemin et ont été fertilisés artificiellement.

» L'aperçu suivant, disposé en forme d'arbre généalogique, donne le nombre des individus transformés, issus directement des porte-graines normaux :

Génération.	*Œ. gigas.*	*albida.*	*oblonga.*	*rubri nervis.*	*Lam.*	*nanella.*	*lata.*	*scintillans.*
8e 1899...........	.	5	1	.	1700	21	1	.
7e 1898...........	.	.	9	.	3000	11	.	.
6e 1897...........	.	11	29	3	1800	9	5	1
5e 1896...........	.	25	135	20	8000	49	142	6
4e 1895...........	1	15	176	8	14000	60	73	1
3e 1890-1891......	.	.	.	1	10000	3	3	.
2e 1888-1889......	.	.	.	.	15000	5	5	
1e 1886-1887......					9			

» Les annotations, faites annuellement sur cette culture et sur les semis des graines d'un certain nombre des individus transformés, m'ont conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Les espèces nouvelles se montrent subitement, sans intermédiaire ni préliminaire; l'individu transformé offre tous les caractères du nouveau type, quoiqu'il soit issu lui-même de parents et de grands-parents tout à fait normaux.

» 2° Les graines des individus transformés donnent toutes le nouveau type, sans retour aux caractères de l'*Œ. Lamarckiana*. Elles restent fixes dès leur première apparition. Je puis donc les considérer comme des espèces nouvelles. Toutefois l'*Œ. scintillans* forme une exception à cette règle; certains individus ne se répètent que dans un tiers, d'autres dans deux tiers ou un peu plus de leur progéniture. L'*Œ. lata* est purement femelle et ne se reproduit que par le croisement avec l'espèce mère ou avec d'autres formes; son degré de fixité ne saurait donc être déterminé.

» 3° Les formes nouvelles se distinguent presque dans tous leurs caractères de l'espèce mère, et correspondent par là aux petites espèces des fleuristes, et non aux variétés des plantes cultivées. Seule l'*Œ. nanella* peut être regardée comme une variété naine.

» 4° Les espèces nouvelles se montrent ordinairement dans un nombre assez grand d'individus, soit dans une même génération, soit dans une série de générations. On peut évaluer leur nombre à environ 1 à 3 pour 100. Cette observation me paraît confirmer les idées émises par M. W.-B. Scott sur la mutation, déduites par lui de la continuité des séries paléontologiques.

» 5° Les caractères des espèces nouvelles ne présentent aucune relation évidente avec ceux des variations ordinaires de l'espèce mère. La mutabilité semble être indépendante de la variabilité.

» Les nouveaux caractères apparaissent sans direction aucune, comme le veut le grand principe darwinien de l'évolution. Ils comprennent tous les organes et les font changer dans tous les sens; ils sont tantôt nuisibles, tantôt indifférents, tantôt probablement avantageux pour leurs porteurs. La plupart des formes décrites sont plus faibles ou plus fragiles que l'*Œ. Lamarckiana;* seule l'*Œ. gigas* paraît être, en tous points, plus robuste. Beaucoup de formes sont stériles; elles n'ont pas été mentionnées dans notre Tableau. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'Éocène de Tunisie et d'Algérie.* Note de M. L. **Pervinquière**, présentée par M. de Lapparent.

« Les grandes divisions de l'éocène de Tunisie n'avaient pu encore être délimitées avec certitude; les études que j'ai poursuivies depuis trois ans dans la Tunisie centrale m'ont permis de le faire avec plus d'exactitude.

» Les travaux les plus importants qui ont été publiés sur ce sujet sont ceux de MM. Thomas, Gauthier, Locard, Aubert; enfin une Note très intéressante de M. le Commandant Flick, parue récemment dans les *Comptes rendus,* a montré que, contrairement à l'opinion admise, les couches du Cherichira, très développées dans la région de Kairouan, sont contemporaines de celles de Biarritz et appartiennent par suite à l'*Éocène supérieur*.

» *Sénonien*. — Entre le *Sénonien* et les couches de l'Éocène inférieur où l'on exploite les phosphates, on n'avait pu encore fixer la pointe des

assises crétacées terminales; j'ai pu combler en partie cette lacune entre Aïn el Kerma et le Djebel Fedjouj, dans les masses foncées plus ou moins argileuses que l'on considérait comme appartenant à l'Éocène inférieur; j'ai rencontré des Ammonites ferrugineuses (*Pachydiscus, Baculites*, etc.) associées à diverses Gastropodes qui appartiennent incontestablement encore à l'*Aturien* et très probablement à sa partie terminale.

» *Danien-Montien*. — Sur les assises précédentes se présentent encore en moyenne 60^m d'argiles marneuses semblables aux précédentes; elles renferment à leur base, sur environ 3^m, des Gastropodes, des Acéphales, et des Polypiers transformés en hydroxyde de fer; je n'ai pu y rencontrer, malgré de nombreuses recherches, aucune Ammonite. Cet ensemble puissant me paraît devoir représenter le *Danien*, tandis que la partie supérieure des marnes serait l'équivalent du *Montien*, en donnant à ces termes le sens indiqué par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, sans que l'on puisse toutefois tracer leurs limites respectives ni fixer leur délimitation relativement aux premières assises de l'Éocène inférieur.

» *Éocène inférieur*. — L'*Éocène inférieur* comprendrait, à sa base, les couches à phosphate de chaux (Tébessa, Kalaat es Snam), avec cette restriction que les zones de phosphate exploitées en divers points d'Algérie et de Tunisie n'appartiennent peut-être pas toutes au même horizon. La partie terminale de l'Éocène inférieur serait représentée par les calcaires massifs où domine la *Nummulites Rollandi* M.-Ch. Ces calcaires compacts et durs forment des plateaux délimités par des escarpements abrupts, qui donnent à la région une physionomie toute spéciale (sud de l'Ousselet, la Kesra, Kalaat des Ouled Aoun et des Ouled Ayar, Dyr el Kef, Hauth, Kalaat es Snam).

» Les calcaires à *Nummulites Rollandi* passent latéralement (N. de l'Ousselet, Es Satour, Rbaa Siliana, Rbaa Ouled Yahia) à des calcaires un peu marneux assez tendres qui ont parfois été attribués au Sénonien. A leur base, ils contiennent de nombreux fossiles phosphatés (Gastropodes, Acéphales, Térébratulines, Polypiers); les Nummulites y sont d'une extrême rareté.

» *Éocène moyen*. — La transgression de l'*Éocène moyen* est très accentuée sur certains points de la Tunisie centrale (région au sud de Mactar). Il résulte de cette disposition que les calcaires à *Thersitea* aff. *ponderosa*, *Thagastea*, *Conoclypeus*, *Echinolampas*, *Ilarionia*, puis les assises à petites Thersitées, et les marnes puissantes où abondent des formes diverses d'Ostracées, voisines d'*Ostrea stricticostata* peuvent reposer directement

sur le Sénonien. On peut admettre que l'Éocène moyen se termine par les couches à *Ostrea Clot-Beyi,* qui seraient l'équivalent du *Bartonien* supérieur.

» *Éocène supérieur.* — L'*Éocène supérieur* est représenté, comme l'a déjà indiqué M. le Commandant Flick, par des grès roux alternant avec des argiles et renfermant *Janira arcuata, Pecten tunetanus, Euspatangus Meslei, Echinolampas Perrieri,* etc.

» *Oligocène.* — M. Munier-Chalmas a fait observer que la présence dans ces assises *priaboniennes* de *Nassa caronis,* si commune dans l'Oligocène d'Italie et de Hongrie, indiquait un niveau très élevé de l'Éocène supérieur, à la limite de l'Oligocène, ce qui permet de penser que les grès (environ 60^m), dans lesquels je n'ai pu trouver de fossiles et qui se relient insensiblement par leur base à ceux de l'Éocène supérieur, et qui, d'autre part, passent aux grès fossilifères du *Burdigalien* à *Scutella* et *Amphiope,* correspondent à tout l'*Oligocène.*

» Algérie. — A Boghari, j'ai pu observer la succession indiquée par M. Ficheur, et qui est, du reste, tout à fait analogue à celle de Tunisie. Les calcaires blancs du Draa el Abiod et du Koudiat Oum et Tin répondent à ceux du nord de l'Ousselet (Éocène inférieur). Les marnes à *Ostrea Bogharensis,* qui correspondent, ainsi qu'il a été dit plus haut, à l'Éocène moyen, occupent la même position stratigraphique que les couches semblables de Tunisie; en outre, M. Ficheur a signalé au sud de Boghari la même transgression de l'Éocène moyen sur le Sénonien. Les grès et argiles, qui surmontent ces marnes de l'Éocène moyen, m'ont fourni, au-dessus du ksar de Boghari, des *Janira arcuata* et *Ostrea Brongniarti* [1] semblables à celles de l'Éocène supérieur du Vicentin. Ils doivent donc être considérés comme appartenant au *Priabonien.* Ainsi il est à peu près certain que les puissantes assises de grès qui viennent au-dessus et qui forment les crêtes du Djebel Djaïla et du Djebel Lakdar correspondent à l'*Oligocène.* »

---

[1] La détermination de ce fossile, ainsi que des précédents, a été vérifiée par M. Munier-Chalmas, auquel je suis heureux d'offrir le témoignage de ma reconnaissance. Je tiens également à remercier M. Ficheur, dont les renseignements précis ont grandement facilité mon étude sur l'Éocène de Boghari.

GÉOLOGIE. — *Le ravin des Chevalleyres et la régression des torrents.* Note de M. Stanislas Meunier.

« Tout le monde connaît la montagne des Pléiades, qui domine Vevey et dont la constitution géologique, comme les particularités tectoniques, a fourni aux savants suisses la matière de recherches intéressantes. Quand on la regarde de Vevey, c'est-à-dire du sud-ouest, on est frappé de la profonde écorchure verticale qu'elle présente, toujours maintenue à vif et dont la couleur blanchâtre contraste avec le vert foncé des bois Devens qui s'étendent sur ses flancs.

» Cette écorchure, dont la visite permet l'exploitation d'un riche gisement fossilifère, est un ravin à parois abruptes dont le mode de formation jette du jour sur un phénomène dont la répétition est très fréquente dans les montagnes : on peut y saisir, en effet, l'allure énergique que présente, dans les circonstances favorables, la régression des torrents.

» Au fond de ce ravin coule un filet d'eau, qu'on doit regarder comme la source principale du ruisseau désigné sous le nom d'*Ognonax* et qui, après avoir passé aux Chevalleyres-Devant et à Blonay, se jette dans le lac Léman, entre Vevey et la Tour-de-Peilz. Ce ruisseau n'a qu'un très faible volume, sauf au moment de la fonte des neiges où il est plus abondant, mais seulement pendant un temps très court et sans jamais atteindre un débit considérable. Aussi est-on frappé du travail énorme qu'il a réalisé, sans qu'on puisse lui supposer d'autre collaborateur que l'eau ruisselant sur le sol à chaque pluie.

» La vue de ce ravin donne l'idée d'un trait de scie, qui menace de couper la montagne en deux parties. Ce travail se propage très visiblement de la base vers le sommet des Pléiades qui n'est pas encore atteint, mais qui ne sera pas longtemps indemne. C'est donc bien d'une forme particulière du phénomène de la régression des torrents qu'il s'agit ici.

» En l'étudiant de près, on lui reconnaît une série de traits de détails qu'on retrouve dans des accidents nombreux, situés dans des régions très diverses. On en conclut que, si l'on a affaire ici sans conteste au phénomène banal du ravinement des montagnes par les torrents, les choses s'y présentent avec une netteté qui en rend l'interprétation exceptionnellement éloquente.

» Par exemple, le pied de ce ravin est un point de départ pour des

traînées de boue avec fragments calcaires, qui vont se déposer, à des époques inégalements distantes, dans les régions plus basses. Elles nous font assister à la production de ces placages boueux, regardés comme glaciaires par les auteurs de la Carte géologique de la Suisse.

» En second lieu, la disposition des choses rend facile à comprendre, sans l'intervention de glaciers gigantesques, la situation de blocs de roches parfois très gros, sur un sol très différent d'eux-mêmes et dans des points qui sont séparés de leur gisement primitif par des sillons très profonds. En effet, des blocs qui sont descendus sur le flanc nord des Pléiades, par exemple, seront ainsi peu séparés de leur lieu d'origine par ce sillon des Chevalleyres, destiné sans aucun doute à disjoindre deux sommets aux dépens de la montagne aujourd'hui unique. On sera alors tenté, pour en rendre compte, de supposer l'existence passée d'un glacier qui aurait comblé l'intervalle et fait un pont sur lequel les blocs auraient été charriés. On voit à quel point cette supposition peut être inexacte. C'est cependant celle qu'on fait à chaque instant, dans des conditions analogues, et par exemple dans ce pays même des Préalpes Vaudoises, pour expliquer le gisement, sur la mollasse, de blocs provenant des chaînes centrales.

» Il faut se rappeler que les sillons ouverts maintenant sont en général d'âge très postérieur à celui du soulèvement et que le jeu des cours d'eau de tous ordres, depuis les ruisseaux jusqu'aux torrents, consiste à débiter la surface du sol en segments séparés les uns des autres par des traits de scie plus ou moins orthogonaux, et dont la multiplication amène progressivement un abaissement général de la surface du sol.

» On a été souvent très éloigné de bien comprendre ce mécanisme, cependant si évident en tant de lieux, et auquel se rattache la production d'innombrables *cols,* accidentant les chaînes montagneuses de structure homogène. C'est pour cela que j'ai cru utile d'appeler l'attention sur le ravin des Chevalleyres. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations d'un bolide dans la soirée du 24 septembre.* Lettre de M. **Jean Mascart** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le lundi 24 septembre, entre les stations de Meudon et de Bellevue, à $10^h 6^m 15^s$ environ temps moyen de Paris, le ciel s'étant dégagé, je fus témoin du phénomène suivant :

» Une nuée lumineuse, d'aspect analogue à celui d'une nébuleuse vue dans une

lunette, apparut au sud-ouest de l'étoile ε Poisson austral pour s'étendre, en traînée curviligne, jusqu'au sud de α Poisson austral. La tête, stellaire et très lumineuse, n'apparut nettement que vers le milieu de la trajectoire et le phénomène entier dura quatre secondes à peu près. Lors de la disparition, il n'y eut pas d'éclatement appréciable, mais quelques éclairs lumineux semblaient être projetés du centre.

» Le temps me fit défaut pour apprécier le diamètre apparent de la tête; son éclat était comparable à trois fois celui de Vénus, dans les meilleures conditions, la coloration de l'ensemble étant très intense, vert bleuâtre, un peu lavée de blanc dans la queue.

» La courbure de la trajectoire était très forte, car, semblant provenir, à l'origine, de ψ Capricorne, la disparition se faisait à l'opposé de γ ou même η Verseau.

» Cinq minutes après, le ciel était entièrement caché par des nuages se formant sur place, pour devenir plus clair, mais variable, vers $10^h 30^m$.

» Sans m'être attaché particulièrement à l'étude des étoiles filantes, j'en avais pu observer un assez grand nombre les jours précédents à Paris, plus que de coutume, je crois. Ce soir même, pendant les éclaircies, il y avait un grand nombre de filantes, dans une tout autre région du ciel, il est vrai, et sans radiant appréciable. Bien que le ciel ait été beau tous les jours suivants, je n'eus point l'occasion d'observer autant d'étoiles filantes.

» Tout me fait penser qu'il s'agit là d'un bolide, ce qui m'encourage à en porter l'observation à votre connaissance. »

M. **Georges Poisson** adresse une Note « Sur la voûte élastique ».

M. **Fr. Robine** adresse la description et les dessins d'un « Système destiné à assurer la sécurité des voyageurs sur les voies ferrées ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 septembre 1900.

Manuel des instruments nautiques, par M. E. Guyou. Service hydrographique de la Marine, n° 804. Paris, Imprimerie Nationale, 1899; 1 vol. in-8°.

L'abduction des eaux françaises du lac Léman à Paris et dans la banlieue, par P. Duvillard et E. Badois. Paris, Ch. Béranger, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Annales des Ponts et Chaussées. Personnel. Paris, Vve Ch. Dunod, 1900; 1 vol. in-8°.

Wissenschaftliche Luftfahrten ausgeführt vom deutschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt in Berlin, herausgeg. v. R. Assmann und A. Berson; Bd I. *Geschichte und Beobachtungsmaterial;* Bd II. *Beschreibung und Ergebnisse der einzelnen Fahrten;* Bd III. *Zusammenfassungen und Hauptergebnisse.* Braunschweig, Friederich Vieweg und Sohn, 1900; 3 vol, in-4°.

Reciprocal Polygons; Associated conics; Reciprocally related figures and the principle of continuity, by Jamshedji Edalji Ahmedabad, 1898-1900; 3 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Calcul logico-mathématique justifiant la fin de l'année 1900 *et par conséquent le commencement du* XXe *siècle,* par le Capitaine Basile G. Makarovitsch. Roman, imp. Léon Friedmann, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Il Dott. Cav. Domenico Andrea Renier di Chioggia, cenni biografici, Carlo Bullo. Venezia, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Nova hemiptera faunarum Argentinæ et Uruguayensis, descripsit Carolus Berg. Bonariae, 1891-1892; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Report on the great earthquake of 12th *June* 1897, by R.-D. Oldham (Memoirs of the Geological Survey of India, vol. XXIX.) Calcutta, 1899; 1 vol. gr. in-8°.

Memoirs of the Geological Survey of India; vol. XXX, part 1. Calcutta, 1899; 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the Geological Survey of India; Palæontologia Indica, Ser. XV, vol. III, part 1. Calcutta, 1899; 1 vol. gr. in-4°.

Physikalische Zeitschrift, herausgeg. v. D.-E. Rieck u. Dr. H.-Th. Simon, an der Universität in Göttingen, n^rn 1 u. 2, Jahrgang I. Leipzig, S. Hirzel, 1899; 1 fasc. in-8°.

Helios, Export Zeitschrift für Electrotechnik; VI^te Jahrg., n^r 33, 1900. Leipzig. 1 fasc. in-4°.

Koninkrijk der Nederlanden. Statistiek van dem in-, uit- en doorvoer over het jaar 1899; Erste gedeelte, 1900; 1 fasc. in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er OCTOBRE 1900.

Fondation Nobel, Statuts et règlements. Traduction officielle. Stockholm, Imprimerie Royale, 1900; 1 fasc. in-8°. (Envoi de M. le Ministre des Affaires Étrangères.)

Annales des Ponts et Chaussées, 1re Partie, 2me trimestre, 1900. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. in-8°.

Revue générale de l'Acétylène et des industries électrochimiques. Numéro spécial du Congrès de l'Acétylène (Paris, 22-28 septembre 1900). 1 fasc. gr. in-8°.

Carl Friedrich Gauss Werke. Bd VIII. *Grundlagen der Geometrie;* Nachträge zu Bd IV. Göttingen, W. Fr. Kaestner; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. Paul Stäckel.)

Briefe von Johannes Müller an Anders Retzius, von dem Jahre 1830 *bis* 1857. Stockholm, 1900. 1 vol. gr. in-8°.

Voorloopig Verslag over eene geologische reis door het Ostelijk gedeelte van den Indischen Archipel in 1899, door Dr R.-D.-M. VERBEEK. Batavia, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Die Kraft ist keine Eigenschaft des Stoffes, von PAUL PACHER. Wien, 1900. 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

A second supplement to a revised account of the experiments made with the Bashforth chronograph to find the resistance of the air to the motion of projectiles with the application of the results to the calculation of trajectories, by FRANCIS BASHFORTH. Cambridge, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

R. Accademia Peloritana. CCCL Anniversario della Universita di Messina, Contributo storico. Messina, tipografia d'Amico, 1900; 1 vol. pet. in-f°.

Atti della R. Accademia Peloritana, anno XIV, 1899-1900. Messina, 1900; 1 vol. in-8°.

Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Jahrgang 1897. Neue Folge, XXXIVe Bd. Wien, 1899. 1 fasc. in-4°.

Elektricitäts-Actien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer und Co, Frankfurt-am-Main; Exposition Universelle Paris 1900. Frankfurt-a.-M., Schreimer und Mahlau; 1 fasc. in-18.

Société industrielle de Mulhouse. Programme des prix proposés en l'assemblée générale le 30 *mai* 1900, *à décerner en* 1901. Mulhouse, 1900; 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 OCTOBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Note sur la treizième Conférence de l'Association géodésique internationale; par M. **Bouquet de la Grye**.

« L'Académie s'est intéressée à plusieurs reprises aux travaux de l'Association internationale de Géodésie; elle est certainement désireuse de connaître les principaux faits qui ont été développés dans la treizième Conférence qui vient de se tenir à Paris. Je dois les indiquer en l'absence du vénéré Président de l'Association, M. Faye, que sa santé a empêché de venir à cette séance, honorée de la présence de plusieurs savants membres de l'Association.

» Chaque État, par l'organe d'un délégué, a indiqué en ce qui le concerne l'avancement des triangulations et des calculs qui en sont la

conséquence. De l'ensemble des Rapports, il résulte que l'Europe et l'Amérique du Nord seront bientôt couvertes d'un réseau continu de triangles.

» Les mesures de l'intensité de la pesanteur augmentent aussi en nombre dans chaque pays; il en est de même des observations marégraphiques, et nous devons noter que, pour sa part, le Japon a apporté les constantes de l'analyse harmonique pour quatre-vingt-huit stations.

» D'après les décisions antérieures de l'Association, des observations spéciales ont été faites sous la direction du Bureau central, dans plusieurs observatoires, pour déceler exactement le déplacement de la ligne des pôles, mesures demandant l'emploi de méthodes plus exactes que celles employées antérieurement, pour arriver à découvrir la grandeur et la périodicité d'un déplacement qui n'est guère que d'une demi-seconde d'arc.

» En dehors de ces travaux, qui, s'exécutant d'une façon permanente et s'accumulant chaque année, arriveront à donner des indications très intéressantes sur la constitution de notre globe, la treizième Conférence a entendu des Communications sur trois questions géodésiques d'une importance majeure.

» Un arc de méridien se mesure actuellement au Spitzberg par les soins de savants russes et suédois, malgré les difficultés de toute sorte, venant d'un climat exceptionnel. Ce travail sera achevé dans la prochaine campagne.

» M. Gill, Directeur de l'observatoire du Cap, a annoncé que la Grande-Bretagne poursuivait la mesure d'un arc de méridien qui, partant du Cap, allait traverser l'Afrique du Sud au Nord jusqu'à Alexandrie, pour être rattaché ensuite au réseau européen par l'Asie Mineure.

» C'est là une entreprise gigantesque, qui n'aurait d'égale que celle qui ferait établir un réseau de triangles allant de la baie d'Hudson au cap Horn. Les États-Unis et le Mexique sont à même de fournir la partie nord de ce réseau, et le Gouvernement français, en décidant la mesure à nouveau de l'arc dit *du Pérou* et qui se trouve aujourd'hui dans la République de l'Équateur, va remplir un anneau de cette chaîne et un *desideratum* de l'Association internationale, qui en a exprimé à notre Gouvernement toute sa reconnaissance.

» L'Académie, par des Communications antérieures, a donné son assentiment et promis son concours à cette œuvre, qui va être exécutée par le Service géographique de l'Armée, sous la direction de notre Confrère M. le Général Bassot.

» Tel est, dans son ensemble, un aperçu très incomplet des travaux de

la treizième Conférence. Le Volume qu'ils rempliront aura une importance exceptionnelle. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Guarini soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Transmission de l'énergie électrique par l'éther » (1).

(Commissaires : MM. Mascart, Violle.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres, qui seront appelés à faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1900-1901.

M. Guyou, en présentant à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, la « Connaissance des Temps pour 1903 », s'exprime comme il suit :

« L'Académie sait que la *Connaissance des Temps* est le plus ancien des recueils d'éphémérides actuellement existants. Elle fut fondée en 1679 par Picard, et sa publication s'est continuée avec une régularité parfaite, sans aucune interruption, malgré les graves événements qui, à plusieurs reprises, ont bouleversé notre pays.

» Créée surtout pour les astronomes, la *Connaissance des Temps* fut néanmoins, dès le début, précieuse pour les navigateurs; les déclinaisons du Soleil permirent d'obtenir à la mer les latitudes avec plus de précision; les passages de la Lune au méridien facilitèrent les calculs des heures des pleines et basses mers.

» Pendant longtemps le problème des longitudes en mer est resté sans solution pratique. En 1755, Lacaille avait proposé la création d'un Alma-

---

(1) Voir plus loin, à la Correspondance, page 581, une Note de MM. Guarini et Poncelet.

nach nautique, donnant chaque jour, d'heure en heure, les distances de la Lune au Soleil et à diverses étoiles; mais c'est à l'astronome anglais Maskelyne que revient la gloire d'avoir réalisé ce projet, en 1767, époque de la fondation du *Nautical Almanach*. Les distances lunaires furent insérées, pour la première fois, dans la *Connaissance des Temps* de 1774 par Lalande.

» Depuis cette époque, la *Connaissance des Temps* a subi de grands perfectionnements; les éléments utiles à la Navigation s'y sont multipliés et ont été présentés sous une forme mieux appropriée aux calculs à la mer. Notre Recueil s'est, en outre, enrichi d'une quantité considérable de documents précieux pour les travaux des astronomes. Dans le dernier quart de ce siècle, son volume a doublé.

» Les éléments nécessaires à la Navigation sont, il est vrai, un peu ensevelis aujourd'hui sous toutes ces richesses; mais le Bureau des Longitudes, pour parer à cet inconvénient, publie chaque année un Extrait contenant à peu près tout ce qui peut être utile à la conduite du navire à la mer. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le deuxième trimestre de* 1900. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants dont l'explication a été donnée, page 995 du Tome CXXX des *Comptes rendus*.

» *Taches*. — Le nombre des groupes de taches notés est sensiblement le même que celui du premier trimestre, 14 au lieu de 15, mais leur surface totale est un peu supérieure : on a, en effet, 1181 millionièmes au lieu de 996. Cette augmentation se reporte presque entièrement sur l'hémisphère boréal, où elle est de 97 pour 100 (l'augmentation du trimestre précédent était de 68 pour 100 au nord et 32 pour 100 au sud).

» Le nombre des jours sans taches est de 21 sur 67 jours d'observation, soit un nombre proportionnel de 0,31 au lieu de 0,36 noté précédemment.

» *Régions d'activité*. — De leur côté les facules ont augmenté en nombre tout aussi bien qu'en surface : on a, en effet, 43 groupes avec une surface totale de 28,2 millièmes au lieu de 29 groupes et 18,9 millièmes notés le précédent trimestre. Leur répartition entre les deux hémisphères est de 18 groupes au lieu de 15 au sud, et de 25 au lieu de 14 au nord.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1900. — 0,10			
26- 7	10	1,2	−11		122
7-14	5	13,2		+ 8	21
24-28	4	24,5	−12		38
28	1	25,2	− 7		6
19-26	8	25,4		+ 3	23
25-26	2	27,5		+14	10
28- 5	6	30,0		+ 3	64
	21 j.		−10°,0	+ 7°,0	
		Mai 1900. — 0,41			
28- 7	7	2,6	− 8		315
21- 1	9	27,2		+ 4	67
26- 1	6	29,5	− 8		35
	22 j.		− 8°,0	+ 4°,0	
		Juin 1900. — 0,42			
14-23	8	19,3		+ 3	144
18-26	7	24,6	− 7		38
28- 1	4	25,2		+ 7	289
30- 4	4	28,5		+ 9	9
	24 j.		− 7°,0	+ 6°,0	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1900.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
Avril......	»	»	»	2	1	3	4	3	1	»	»	»	7	284
Mai.......	»	»	»	»	2	2	1	1	»	»	»	»	3	417
Juin.......	»	»	»	»	1	1	3	3	»	»	»	»	4	480
Totaux..	»	»	»	2	4	6	8	7	1	»	»	»	14	1181

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1900.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
Avril.......	3	»	»	5	2	10	7	5	2	»	»	»	17	12,9
Mai........	»	»	»	3	2	5	8	7	»	»	»	1	13	7,7
Juin.......	»	1	»	»	2	3	10	5	2	»	»	3	13	7,6
Totaux...	3	1	»	8	6	18	25	17	4	»	»	4	43	28,2

ASTRONOMIE. — *Éclipse totale de Soleil du* 28 *mai* 1900, *observée à Elche* (*Espagne*). Note de M. LEBEUF, présentée par M. Lœwy.

« Les Universités de Montpellier et de Toulouse ayant généreusement accordé les fonds nécessaires à l'observation de l'éclipse totale du 28 mai

1900, voici le résumé des principales observations relatives à l'astronomie de position.

» On s'était proposé : 1° de déterminer les coordonnées géographiques du lieu choisi; 2° d'observer les instants des contacts; 3° de prendre des mesures de la corde commune aux deux astres pendant la durée du phénomène ([1]).

» Les instruments employés sont : 1° le cercle méridien portatif Secrétan-Eichens de l'Observatoire de Paris (voir *Annales de l'Observatoire de Paris*, Observations, 1864, p. 57); 2° le chronomètre de temps sidéral Fénon n° 36; 3° l'équatorial Secrétan de 108^{mm} d'ouverture et de 1^{m},50 de distance focale, ces deux derniers instruments appartenant à l'Observatoire de Toulouse.

» I. Coordonnées géographiques : *Longitude*. — 1° A l'aide d'observations méridiennes de la Lune, les 13, 15, 16, 17, 18 mai;

$$L = +12^{m}.13^{s},4 \quad \text{O. Paris.}$$

» 2° Par la comparaison, mai 27 et mai 29, de l'heure sidérale locale avec l'heure sidérale locale de l'observatoire maritime de San Fernando, effectuée à la villa Carmen, station choisie par l'amiral Viniegra, directeur de l'observatoire, et reliée télégraphiquement à San Fernando;

$$L = +12^{m}.14^{s},9 \quad \text{O. Paris.}$$

» *Latitude*. — La latitude, $\varphi = +36^{\circ}15'36'',6$, résulte des observations zénithales de mai 17 et mai 18; lunette position directe.

» II. Éclipse : *Heure des contacts*. — Objectif diaphragmé, grossissement = 30.

	Chronomètre n° 36.	Temps moyen local.
	h m s	h m s
Premier contact	7.32. 2	2.54.36,1
Deuxième contact	8.47.19	4. 9.40,5
Troisième contact	8.48.38	4.10.59,3
Quatrième contact	9.54.35	5.16.45,4

» 1° Le premier contact a dû être noté un peu en retard.

(1) Les observations ont été faites dans la banlieue de la ville d'Elche, province d'Alicante, à la villa San Antonio, mise gracieusement à la disposition des Universités par son propriétaire, M. Gervasio Torregrosa Parreno.

» 2° L'heure notée pour le deuxième contact est celle où la lumière disparaît totalement. Le croissant lumineux, qui est très allongé, s'amincit et se *divise en fragments* avant de disparaître. La durée pendant laquelle on voit le croissant se diviser est supérieure à une seconde.

» 3° A $8^h 48^m 35^s$; apparition de la lumière rose précédant le troisième contact. L'heure notée, $8^h 48^m 38^s$, pour le troisième contact correspond à l'observation du croissant lumineux sans aucune discontinuité. La réapparition s'est faite par petits segments lumineux qui ont suivi la lumière rose $8^h 48^m 35^s$. La continuité ne m'a paru bien nette qu'à $8^h 48^m 38^s$. Il peut y avoir une seconde de retard pour ce dernier nombre.

» Le croissant lumineux divisé en fragments, au moment des deuxième et troisième contacts, n'offre pas l'aspect caractérisé sous le nom de *chapelet* ou *grains de Baily*.

» *Quatrième contact.* — La mesure paraît bonne, image excellente. Il y aurait erreur en retard, s'il y a erreur. Le disque de la Lune est ensuite invisible sur le fond du Ciel.

» Préoccupé par la surveillance du mouvement d'horlogerie placé excentriquement à l'équatorial, je n'ai pas distingué de protubérances pendant la totalité. Le disque lunaire m'a paru très nettement découpé sur le fond de lumière coronale, mais celle-ci, observée à l'aide d'un verre très légèrement teinté, m'a semblé peu lumineuse.

» Une lampe avait été allumée un peu avant le deuxième contact; elle a été inutile, car l'obscurité a été faible et n'empêchait pas de reconnaître l'écriture et les divisions du chronomètre.

» Les résultats précédents sont déduits de la *Connaissance des Temps*, après application des corrections de Newcomb.

» III. Le micromètre ne possédant qu'une vis micrométrique, les mesures de la corde commune se faisaient en agissant simultanément sur cette vis et sur les manettes de rappel. Cette manœuvre, en imprimant des oscillations à la lunette, a rendu les mesures difficiles et défectueuses; elles seront réduites ultérieurement.

» Le Ciel est resté très pur pendant toute la durée de l'éclipse. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur l'effet inverse du champ magnétique que devrait produire le mouvement d'un corps électrisé* [1]. Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. Lippmann.

« M. G. Lippmann [2], appliquant aux expériences de M. Rowland sur la convection électrique [3] le principe de la conservation de l'énergie, a montré que, réciproquement, des variations magnétiques devraient produire un mouvement des corps électrisés placés dans le champ.

» La force pondéromotrice d'induction qui causerait ce mouvement devrait être égale à

$$\mu \frac{dH}{dt},$$

μ désignant la charge du corps, $\frac{dH}{dt}$ la vitesse de variation du champ magnétique. Le sens du mouvement serait celui dans lequel se propagerait un courant induit dans une spire de fil occupant la trajectoire que le corps électrisé peut suivre, ou le sens inverse, suivant que la charge serait positive ou négative.

» M. Lodge a publié sur ce sujet des expériences dont les résultats sont tout à fait incertains [4].

» Je me suis proposé de vérifier l'existence de cette force pondéromotrice.

» L'appareil dont je me suis servi se compose essentiellement d'un disque d'aluminium GG (*fig.* 1) séparé en deux parties par des lames de mica l, l, et percé au centre d'une ouverture de 40^{mm} de diamètre. Cet anneau est fixé en HH (*fig.* 2) aux branches verticales d'un cadre de verre CCCC (*fig.* 2 et 3). Ce cadre porte deux pivots d'acier D, D de $\frac{1}{10}$ de millimètre de diamètre, qui viennent s'engager dans deux trous de rubis R, R situés exactement dans l'axe du noyau AA d'un électro-aimant BB. Les faces en regard V, V, V, V des bobines B, B sont en laiton soigneusement tourné de façon à former avec le noyau cylindrique AA un intervalle annulaire à parois rigoureusement parallèles, dans lequel oscillera l'anneau GG.

---

(1) Travail effectué au laboratoire des recherches physiques à la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 151; 1889.

(3) *Pogg. Ann.*, t. CLVIII, p. 487, et *Phil. Mag.*, p. 445; 1889.

(4) *Phil. Mag.*, p. 469; 1889.

Fig. 1.

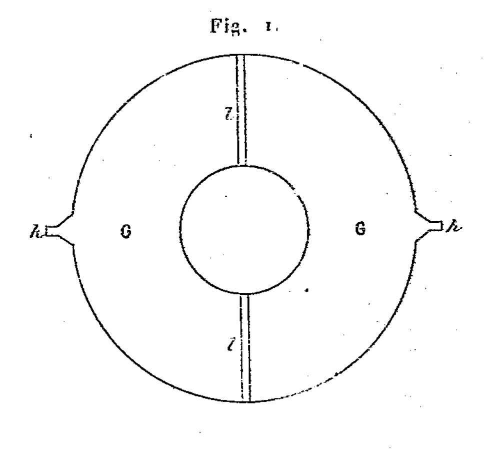
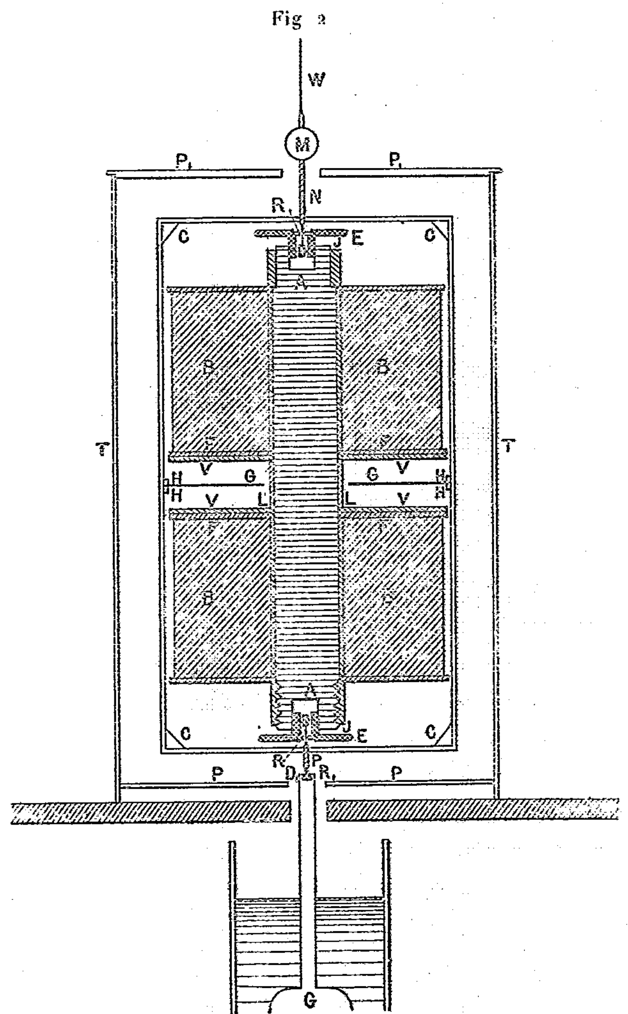


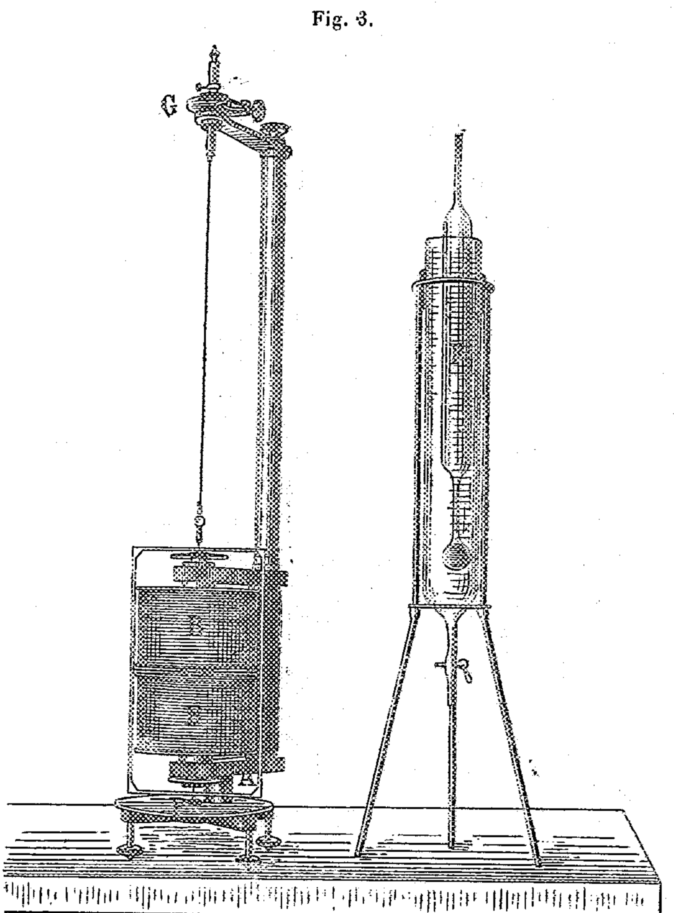
Fig. 2



» Les parois latérales des bobines B, B sont recouvertes d'une lame métallique reliée au sol.

» Le cadre et l'anneau, pesant ensemble 28gr, 240, reposent, à l'aide d'un pivot D_1, sur un plan de rubis R_1 fixé au flotteur G (*fig.* 2) et F (*fig.* 3). Les mouvements du cadre ne peuvent d'ailleurs entraîner le flotteur, qui est arrêté par un dispositif spécial.

Fig. 3.



Ensemble des appareils. Le flotteur et son support ont été figurésà côté pour la commodité du dessin.

» Ce flotteur est calculé de façon à ne soulever que 24gr, 240; l'excès de poids, 4gr, est supporté par un faisceau de trois fils d'argent de $\frac{1}{50}$ de millimètre et de 40cm de long. Le faisceau est fixé au cadre en W et à un goniomètre de torsion G (*fig.* 3). Un miroir M permet d'étudier les mouvements du cadre. Le tout est protégé par un écran électrique $TTPPP_1P_1$, relié au sol ainsi que toutes les parties de l'électro-aimant.

» Le disque, parfaitement isolé de l'aimant, se charge par le fil de suspension et par deux fils d'argent très fins collés sur le cadre de verre.

» L'expérience consiste à charger le cadre au repos, et à envoyer ensuite le courant dans l'électro-aimant. On devra observer une impulsion à la fermeture et une impulsion en sens inverse à la rupture du courant.

» D'ailleurs, un interrupteur tournant commandant à la fois la charge du disque et le courant des bobines, permet de transformer cette impulsion en une déviation permanente.

» Le moment du couple de torsion du fil de suspension, pour une déviation de 1 radian, était de

$$534 \times 10^{-5} \text{ ergs},$$

» Le moment calculé de la force pondéromotrice $\mu \frac{dH}{dt}$ atteignait des valeurs de 600.10^{-6} à 800.10^{-6} ergs pour les données suivantes :

$$\mu = 90 \text{ à } 130 \text{ C.G.S. électrostatiques},$$
$$\frac{dH}{dt} = 7000 \text{ à } 8100 \text{ C.G.S. électromagnétiques},$$

ceci pour 5,2 interruptions par seconde.

» Cette force aurait dû produire, sur une échelle placée à $1^{m},10$ du miroir, des déviations de 100^{mm} à 140^{mm}.

» Je n'ai pu en observer aucune.

» Si l'on rapproche ce résultat expérimental de celui que j'ai publié antérieurement [1] relativement à l'effet direct de convection électrique, *il semble bien que le déplacement d'un corps électrisé ne produise pas de champ magnétique le long de sa trajectoire.* »

TÉLÉGRAPHIE. — *Télégraphie sans fil avec répétiteurs. Inconvénients des relais successifs Guarini.* Note de MM. **Guarini** et **Poncelet**.

« On sait que, dans un relais polarisé, l'armature est attirée immédiatemnt par son noyau dès que les premières traces d'un courant parcourent la bobine du relais. L'armature, dès qu'elle a pris contact avec son noyau, peut fermer un circuit local P′.

» Mais, entre l'instant précis où l'on ferme en M le circuit P de la bobine du relais et celui où le circuit est fermé par le contact de a et b, il

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1544; 1900.

s'écoule le temps nécessaire à l'armature A du relais pour effectuer son excursion. Si l'on interrompt brusquement le circuit P, en M, l'armature du relais abandonne instantanément son noyau, et le circuit P′ est interrompu à l'instant précis où l'armature du relais commence son excursion inverse. Il y a donc un retard dans la fermeture de P′, et ce retard est égal à la durée de l'excursion de l'armature du relais, tandis que, lors de la rupture, il n'y aucun retard.

» Cette remarque faite, soient A un poste transmetteur, R un relais Guarini, et B un poste récepteur. Soient

t la durée d'un signal au poste A, c'est-à-dire la durée de l'abaissement de la clef Morse (abaissement court pour un *point* et prolongé pour une *barre*);

t_1 la durée de l'excursion de l'armature du relais au poste R;

t' la durée de l'excursion de l'électro-aimant du relais au poste B enregistreur.

» On a

$$T = t - (t_1 + t') \tag{1}$$

durée de l'enregistrement du signal en B.

» S'il y a n relais R entre A et B, la formule (1) devient

$$T = t - (t_1 + t_2 + \ldots + t_n + t'). \tag{2}$$

» Pour que l'enregistrement puisse se faire convenablement, il faut que

$$T > 0 \quad \text{ou} \quad t > t_1 + t_2 + t_3 + \ldots + t_n + t'.$$

» En effet, si $T = 0$ ou $t = t_1 + t_2 + \ldots + t_n + t'$, l'enregistrement commence à l'instant précis où le signal cesse en A et où, dans chaque relais et au récepteur, les armatures des électro-aimants abandonnent leur noyau. Le signal n'aura donc pas le temps de s'enregistrer en B.

» Si $T < 0$, le signal cessera en A au moment où il n'est pas encore parvenu à destination; si ce signal est arrivé, par exemple, au relais t_{n-m}, il n'ira pas au delà, car la fin du signal coïncidera avec la fin du fonctionnement du relais t_{n-m}.

» Le terme entre parenthèses, dans la formule (2), augmente avec le nombre de relais; il faut donc augmenter en même temps le terme t, si l'on veut conserver à T une certaine valeur. Le nombre de relais augmente donc fatalement la durée d'une dépêche. Une des premières conditions de

l'emploi de relais successifs Guarini est la réduction des termes t_1, t_2, etc., c'est-à-dire la perfection des relais polarisés. C'est pour cette raison que M. Guarini a fait construire des relais polarisés sensibles jusqu'à $\frac{1}{20000}$ d'ampère. La distance de l'armature du relais à son butoir, et par conséquent la durée d'excursion de l'armature, pouvant être ainsi infiniment petite, on réduit les termes t_1 et t'.

» Dans les longues lignes du télégraphe avec fil, il faut attendre à chaque signal l'établissement du régime permanent dans la ligne. Dans le cas qui nous occupe, la ligne n'existe plus, mais elle est remplacée par la bobine d'induction. Celle-ci possède une constante de temps identiquement comme un long fil; la cause en est seulement différente, c'est la self-induction et non la capacité. Il s'agira donc de voir comment réduire le terme t. Nous nous proposons de revenir sur cette question. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure de fer* $SiFe^2$ *et sur sa présence dans les ferrosiliciums industriels.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

« Le siliciure de fer $SiFe^2$ a été préparé pour la première fois par Hahn (¹). Il l'obtenait sous forme de produit fondu, en faisant réagir à la fois le silicium et le sodium, sur un chlorure double de fer et de sodium préparé par la calcination du fer réduit avec du chlorure d'ammonium et du chlorure de sodium. Ce siliciure de Hahn n'était pas très pur; il abandonnait en effet, par l'action de l'acide fluorhydrique, des cristaux d'aspect soyeux d'un autre siliciure répondant à la formule SiFe. M. Moissan (²) a le premier isolé le composé $SiFe^2$ magnétique sous la forme cristallisée dans l'action directe du fer sur le silicium, à la température du four électrique ou du four à vent, ou bien encore dans le produit résultant de la réduction de l'oxyde de fer par le silicium.

» En étudiant le résidu de l'attaque par l'acide sulfurique à 5 pour 100 de SO^4H^2, d'un ferrosilicium pauvre en manganèse, MM. Carnot et Goutal en ont isolé une portion magnétique présentant la composition chimique du siliciure de fer $SiFe^2$.

(¹) Hahn, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXIX, p. 57.
(²) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 621.
(³) Carnot et Goutal, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1240.

» Depuis ces recherches, M. de Chalmot ([1]) a étudié la préparation des ferrosiliciums riches au four électrique et a obtenu des produits renfermant 12 à 46 pour 100 de silicium. D'après ce chimiste, les produits d'une teneur de 25 à 50 pour 100 de silicium seraient constitués par un mélange de deux composés définis répondant aux formules Si^2Fe^3 et Si^2Fe. Il semble *a priori* difficile d'admettre que les siliciures $SiFe^2$ et SiFe antérieurement décrits par différents auteurs ne se rencontrent pas dans ces produits.

» La méthode que nous avons fait connaître antérieurement, et qui nous a permis d'obtenir le composé SiFe pur et cristallisé (action du fer sur le siliciure de cuivre industriel), devait conduire, en variant les proportions de substances réagissantes, à la préparation de $SiFe^2$ et des autres siliciures tels que Si^2Fe^3 et Si^2Fe.

» Nous donnons aujourd'hui les résultats obtenus concernant le siliciure $SiFe^2$. Pour le préparer, on porte au four à vent, dans un creuset de porcelaine brasqué au milieu d'un creuset de Doulton, un mélange de 150^{gr} de fer et de 300^{gr} de siliciure de cuivre industriel à 10 pour 100 de silicium. Le fer est donc en grand excès par rapport au silicium. On chauffe pendant plusieurs heures au coke, puis au charbon de cornue. Si l'opération a été bien conduite, on obtient un culot fondu qui a pris la forme du creuset, de la couleur du bronze et presque malléable. On traite le culot par l'acide azotique à 10 pour 100 jusqu'à dissolution complète de la partie cuivreuse; il reste une masse cristalline spongieuse qui conserve souvent la forme primitive et qui est constituée par un enchevêtrement de cristaux de siliciure de fer.

» La presque totalité du silicium a été prise par le fer; cependant on en trouve encore une petite quantité dans les dissolutions cuivriques, ce qui tend à prouver qu'il se produit dans cette masse métallique en fusion des sortes d'équilibres comparables à ceux que l'on observe dans les dissolutions salines et les alliages. Quel que soit l'excès de fer, nous avons toujours constaté la présence du fer, du cuivre faiblement silicié et du siliciure de fer.

» On termine la purification du siliciure en le lavant à la soude à 10 pour 100, puis finalement à l'acide azotique et à l'eau. La poudre cristalline résiduelle doit être entièrement attirable à l'aimant.

» Ce siliciure répond exactement à la formule $SiFe^2$. L'analyse peut être

---

([1]) G. de Chalmot, *American Chemical Journal*, t. XVIII, p. 118, et *Brevets U. S. A. P.*, nos 602975 et 602976.

faite en dissolvant les cristaux dans l'acide chlorhydrique, rendant la silice insoluble et dosant le fer dans la solution :

	Trouvé.		Calculé pour $SiFe^2$.
Silicium..........	19,22	19,37	20
Fer..............	80,84	80,10	80

» Les cristaux sont brillants, d'un gris de fer. Ils sont formés de files de cristaux à pointements d'octaèdres, groupées sous forme de dendrites. Leur densité est la même que celle du siliciure préparé par la méthode de M. Moissan.

» Leurs propriétés chimiques sont également identiques. Nous avons constaté que ce siliciure était inattaquable par l'acide azotique étendu ou concentré, à froid ou à chaud. L'acide chlorhydrique le dissout, au contraire, assez facilement, surtout s'il est porphyrisé.

» Les lessives alcalines étendues (10 à 20 pour 100 de NaOH) sont sans action à froid, mais une solution de soude à 50 pour 100 de NaOH attaque superficiellement les cristaux après quelques heures de contact à froid; à chaud, la réaction s'accélère, de la silice entre en solution, et la liqueur tient en suspension des flocons d'oxyde de fer.

» L'eau de chlore n'altère point le siliciure de fer même après plusieurs jours de contact, tandis que les solutions des hypochlorites alcalins les ternissent, en même temps que de petites bulles gazeuses se forment à leur surface.

» Les procédés donnés par M. Moissan pour la préparation de ce siliciure démontrent qu'il existe dans les ferrosiliciums à 10 pour 100 préparés soit au four à vent, soit au four électrique, par l'action du fer sur le silicium ou par la réduction au moyen du charbon d'un mélange de silice et d'oxyde de fer. Les recherches de MM. Carnot et Goutal établissent qu'il se rencontre dans les ferrosiliciums préparés aux hauts fourneaux. D'autre part, nous avons pu l'isoler de ferrosiliciums industriels préparés au four électrique ([1]) et d'une teneur comprise entre 10 et 20 pour 100. Pour cela, nous avons épuisé ces produits, bien pulvérisés, par l'acide azotique étendu puis concentré, et, pour enlever aussi complètement que possible la partie ferrugineuse soluble, nous avons terminé l'attaque en chauffant avec de l'acide azotique en tube scellé. Le résidu est une poudre

([1]) Les ferrosiliciums industriels nous avaient été remis par M. Korda, auquel nous adressons nos plus vifs remercîments.

cristalline répondant très sensiblement à la formule $SiFe^2$, et ne renfermant jamais plus de 20 pour 100 de silicium :

» En résumé, nous avons pu préparer, par l'action du siliciure de cuivre sur un excès de fer, le siliciure de fer cristallisé $SiFe^2$.

» Ce composé est identique au siliciure antérieurement décrit par M. Henri Moissan. Il est peu altérable par les acides et les alcalis, sauf cependant par l'acide chlorhydrique concentré ou étendu, qui le dissout complètement. Ce corps se rencontre dans les ferrociliciums industriels renfermant 10 à 20 pour 100 de silicium auxquels il communique ses propriétés; les produits contenant plus de 15 pour 100 de silicium ne s'attaquant plus que difficilement par l'acide azotique, s'ils ne sont pas finement pulvérisés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau produit pyrogéné de l'acide tartrique.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans la calcination de l'acide tartrique en présence de bisulfate de potassium, il se produit, à côté de l'acide pyruvique et de l'acide pyrotartrique, un nouvel acide que j'ai pu isoler de la manière suivante :

» Le produit brut de la calcination est soumis à la distillation sous pression réduite; dès que, par le fait d'une décomposition commençante, le vide ne peut être maintenu dans l'appareil, on reprend par l'alcool le résidu brun et visqueux de la distillation et l'on fait bouillir quelques heures au réfrigérant ascendant pour produire une éthérification aussi complète que possible du mélange d'acides. On distille de nouveau sous pression réduite; il passe alors du pyruvate d'éthyle, un peu d'acide pyruvique libre, puis du pyrotartrate diéthylique; la distillation est de nouveau arrêtée par un commencement de décomposition. Le résidu est transvasé dans une cornue et distillé brutalement à la pression ordinaire. Il distille une huile jaunâtre qui se concrète partiellement lorsqu'elle est refroidie; le résidu huileux est alors distillé sous pression réduite; il abandonne un nouveau résidu cristallisé qu'on joint au premier dépôt. On a recueilli, en partant de 25^{kg} d'acide tartrique : 8^{kg} d'acide pyruvique, 1^{kg} de son éther éthylique, 700^{gr} de pyrotartrate diéthylique et à peu près 25^{gr} de produit cristallisé. Le rendement est donc très faible : 1 pour 1000 environ.

» Les cristaux purifiés par cristallisation dans l'alcool chaud fondent à 164° après avoir suinté vers 158°; ils se resolidifient spontanément à 156°. Le nouveau composé se sublime facilement sous l'action de la chaleur en aiguilles parfaitement blanches et quelquefois en lamelles transparentes; il se volatilise déjà sensiblement à l'étuve à 110°. Il cristallise dans l'alcool

en petits prismes assez massifs; dans l'eau bouillante, il est assez soluble (environ 4 pour 100) et par refroidissement il cristallise en fines aiguilles qui, séchées dans le voisinage de 100°, fondent également à 164°. Il est également soluble dans l'éther, qui l'enlève à sa solution aqueuse et l'abandonne par évaporation en cristaux très brillants et très réfringents. Enfin, il est également soluble dans l'acide acétique, ce qui permet de fixer sa grandeur moléculaire.

» Ce corps est un acide faible, neutre à l'hélianthine, acide à la phtaléine et au tournesol.

» On prépare son sel de potassium de la manière suivante :

» On dissout la potasse caustique dans très peu d'eau; on ajoute l'acide solide et l'on dissout en chauffant; puis on évapore doucement jusqu'à ce que le liquide brunâtre se recouvre d'une pellicule solide; par refroidissement, tout se prend en une masse solide d'aspect gras; on l'étend sur une assiette poreuse, elle se dessèche très rapidement et devient tout à fait blanche.

» Ce sel de potassium cristallise en lamelles onctueuses très solubles dans l'eau et l'alcool. Sa solution aqueuse est alcaline à tous les réactifs colorimétriques, sauf le bleu CBBBB. Il renferme deux molécules d'eau de cristallisation et sa composition répond à la formule

$$C^7H^7O^3K.2H^2O.$$

» L'acide lui-même a une composition représentée par $C^7H^8O^3$, ainsi que cela résulte de mesures analytiques et cryoscopiques.

» L'acide n'est pas saturé : il fixe le brome à froid; son sel potassique également. Acide et sel réduisent le permanganate à froid, mais sont sans action sur les solutions de Fehling, à chaud comme à froid.

» Le sel de potassium donne, avec l'azotate d'argent, un précipité gélatineux jaunâtre : il se produit assez vite une réduction qui est instantanée si l'on chauffe. Avec l'acétate de plomb il se forme un précipité blanc et, avec l'acétate de cuivre, un précipité vert clair.

» Wislicenus et Stadnicki (*Jahresberichte*, p. 539; 1868; *Bull. Soc. chim.*, t. X, p. 489) ont découvert, en 1868, dans la distillation sèche de l'acide tartrique, un acide fondant à 134°,5, soluble dans 400 parties d'eau bouillante et auquel ils ont donné le nom d'*acide pyrotritarique* en même temps qu'ils lui ont attribué la composition $C^7H^8O^3$. Par la suite, on a identifié cet acide avec l'acide diméthylfurfurane-carbonique préparé au

moyen d'autres méthodes par différents savants. Il semble d'ailleurs que l'acide de Wislicenus n'a été observé qu'accidentellement dans la calcination de l'acide tartrique; le rendement qu'il indique est faible : $\frac{1}{2}$ pour 1000. Quant à moi, je ne l'ai jamais rencontré. L'acide que j'ai isolé est isomère de l'acide pyrotritarique, mais il est certainement distinct de celui-ci; je ne pense pas qu'il appartienne au groupe des acides du furfurane. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés acétyles de la cellulose et de l'oxycellulose.* Note de MM. **Léo Vignon** et **F. Gerin**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'étude des dérivés acétylés de la cellulose et de l'oxycellulose présente un intérêt particulier pour la détermination des fonctions alcooliques de la cellulose; l'un de nous a démontré, en effet, que par l'action de l'acide nitrique la molécule cellulosique est à la fois nitrée et rendue aldéhydique. Pour la formule en C^6, on obtient au maximum un dérivé trinitré en même temps que la molécule initiale est transformée en oxycellulose qui n'est autre chose qu'une aldéhyde de la cellulose. Or il se pourrait que la fonction aldéhydique CHO ait pris naissance par oxydation d'un groupe alcoolique primaire $CH^2.OH$, qui serait ainsi soustrait à l'éthérification nitrique, de telle sorte que la cellulose initiale renfermerait (pour C^6) $CH^2.OH$ rendu aldéhydique et $(CH.OH)^3$ éthérifiés par l'acide nitrique, soit au total quatre fonctions alcooliques.

» Pour élucider cette question, nous avons acétylé la cellulose et l'oxycellulose par l'anhydride acétique et le chlorure de zinc; comparativement, nous avons acétylé la cellulose avec l'acide acétique et le zinc.

» *Acétylation.* — Nous avons fait agir :

Anhydride acétique	100 gr
Coton purifié séché à 110°	10
$ZnCl^2$ fondu et sec	2

» L'anhydride acétique et le chlorure de zinc ont été préalablement mélangés et chauffés à l'ébullition au bain de paraffine; on a ensuite ajouté peu à peu le coton par touffes successives; on a continué le chauffage avec réfrigérant ascendant, le mélange étant maintenu à l'ébullition, pendant seize heures. La liqueur brunit, noircit, et le coton est dissous après vingt-cinq minutes; l'ébullition doit être régularisée par l'addition de quelques fragments de pierre ponce.

» Après refroidissement, on obtient un liquide noir, mélangé de goudron. Ce liquide, versé dans 2^{lit} d'eau, donne une solution dichroïque contenant en suspension des flocons bruns qui ont été recueillis sur filtre et lavés jusqu'à dissolution complète du zinc; on a desséché ensuite sur brique poreuse et obtenu 8^{gr} de produit brut. La purification de ce produit a été faite par dissolution dans l'acide acétique, filtration sur le noir animal et précipitation par l'eau. Deux traitements semblables donnent, après dessiccation, 2^{gr},5 de poudre blanche (25 pour 100 du coton).

» Ce produit est insoluble dans l'eau, infusible, insoluble dans l'éther, peu soluble dans l'alcool, très soluble dans l'acide acétique, l'acétone, l'éther acétique et le chloroforme. Il réduit en apparence, mais non réellement, la liqueur cupropotassique, en précipitant (par l'action de l'acide acétique obtenu par saponification) le cuivre, en vert et non en rouge.

» Cette opération a été répétée sur l'oxycellulose, qui a fourni, dans les mêmes conditions d'acétylation, 40 pour 100 de produit purifié, *réduisant nettement la liqueur cupropotassique*.

» Enfin une autre acétylation a été exécutée en chauffant :

Acide acétique cristallisable....	150^{gr}	vingt-quatre heures à l'ébullition.
Coton purifié..................	15	
$ZnCl^2$.......................	3	

» La précipitation a été obtenue en projetant le mélange dans une solution de CO^3K^2. Après purification, on trouve 4^{gr} de produit ou 26 pour 100. Nous avons obtenu, en somme, trois produits A, B, C :

A	par $(CH^3.CO)^2O$,	$ZnCl^2$	cellulose, rendement......	25 pour 100
B	» $(CH^3.CO)^2O$,	$ZnCl^2$	oxycellulose, rendement...	40 pour 100
C	» $CH^3.CO^2H$	$ZnCl^2$	cellulose, rendement......	26 pour 100

» On les a soumis à l'analyse centésimale et au dosage de l'acide acétique qu'ils contenaient, par saponification avec la soude à 50 pour 100 et distillation sur l'acide phosphorique. Voici les résultats :

	Analyse centésimale.		Saponification.
	C pour 100	H pour 100.	$CH^3.CO^2$ pour 100.
Produit A...........	50,00	5,63	72,3
» B............	49,94	5,64	72,0
» C............	49,86	5,57	71,4

» Voici, d'autre part, les nombres théoriques correspondant aux divers dérivés acétylés de la cellulose :

	C pour 100.	H pour 100.	CH^3CO^2H pour 100.
Cellulose : $C^6H^{10}O^5$	44,44	6,17	
» monoacétylée : $C^6H^6O(OH)^3CO^2CH^3$	47,05	5,88	
» diacétylée : $C^6H^6O(OH)^2(CO^2CH^3)^2$	48,77	5,69	
» triacétylée : $C^6H^6O(OH)(CO^2CH^3)^3$	50	5,55	62,5
» tétraacétylée : $C^6H^6O(CO^2CH^3)^4$	50,9	5,45	72,5
» pentaacétylée : $C^6H^3(CO^2CH^3)^5$	51,6	5,37	80,6

» Les trois produits A, B, C sont à peu près identiques. D'après les analyses centésimales, ils se placent vers le triacétylé ; par les dosages d'acide acétique ils seraient classés, au contraire, entre le tri et le tétraacétylé, et très près de ce dernier.

» On peut admettre, en somme, que la cellulose et l'oxycellulose donnent un dérivé tétraacétylé.

» Mais, le dérivé de l'oxycellulose ayant conservé ses fonctions aldéhydiques, l'hypothèse attribuant à la cellulose une fonction alcoolique primaire et trois fonctions alcooliques secondaires n'est pas justifiée.

» Il n'est pas prouvé non plus, par nos expériences, que la cellulose renferme 4(OH) alcooliques. L'acétylation, en effet, n'est pas une réaction nette comme la nitration. Celle-ci donne le rendement théorique, tandis que l'acétylation ne fournit qu'un faible rendement et qu'elle est accompagnée de goudrons en quantité relativement considérable : on n'est pas autorisé, en somme, à considérer la molécule des dérivés acétylés obtenus comme ayant conservé le poids et la structure essentielle de la molécule cellulosique initiale. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'Albien et le Cénomanien du Hainaut.* Note de M. **Jules Cornet**, transmise par M. A. de Lapparent.

« En 1865, F.-L. Cornet et A. Briart décrivirent, sous le nom de *Meule de Bracquegnies*, une assise formée de sables ou de grès fins, glauconifères, non calcarifères, pénétrés de silice amorphe, n'offrant que des affleurements peu étendus et reconnus par de nombreux sondages et puits de mines dans le nord du synclinal crétacé du Hainaut, entre Bracquegnies et le mé-

ridien de Mons. Sa puissance ne dépasse pas 45^{m}. Constituant l'assise marine la plus ancienne du Crétacé du Hainaut, la Meule repose sur le terrain houiller ou les formations continentales rocaldiennes; elle est recouverte par le Tourtia de Mons à *Pecten asper* surmonté des Dièves cénomaniennes et turoniennes. La Meule renferme une faune assez nombreuse de Pélécypodes et de Gastropodes; on n'y connaît guère de Céphalopodes, ni de Brachiopodes. La faune de Bracquegnies présente les plus grandes affinités avec celle des Blackdown Greensands, que l'on classe généralement au sommet de l'Albien, dans la zone à *Schloenbachia inflata*.

» A l'ouest du méridien de Mons, F.-L. Cornet et A. Briart assimilèrent à la Meule de Bracquegnies, sous le nom de *Meule de Bernissart*, des dépôts occupant la même position que les précédents et se prolongeant vers l'ouest sur le territoire français. Ces dépôts, moins connus encore jusqu'ici que la Meule de Bracquegnies, consistaient également, d'après les géologues précités, en sables et grès glauconieux riches en silice amorphe, mais s'en distinguant par la présence du calcaire. Les échantillons recueillis dans quelques puits de mines n'avaient fourni que des fossiles dont aucune espèce n'est spéciale ni à Bracquegnies, ni à Blackdown.

» D'importants travaux miniers en voie d'exécution dans la partie nord du bassin houiller de Mons sont venus récemment éclairer d'un jour nouveau la composition de la Meule de Bernissart.

» A Baudour (à 8^{km} au nord-ouest de Mons), sept puits de reconnaissance, creusés sur le bord nord du synclinal crétacé, ont traversé la meule sur des épaisseurs variant de 1^{m} à 16^{m}. A Harchies (à 7^{km},5 au nord-est de Condé), un puits de mine de 4^{m} de diamètre vient de la traverser sur une puissance de 167^{m}. Ces travaux, que nous avons eu l'occasion de suivre jour par jour, nous ont fourni une grande quantité de déblais renfermant des fossiles dont l'étude mène à des résultats intéressants.

» La Meule de Bernissart ne constitue pas une assise unique; elle comprend une série de termes stratigraphiques allant de la Meule de Bracquegnies proprement dite, à faune de Blackdown, jusques et y compris les couches à *Acanthoceras rhotomagense*.

» Au puits de Harchies, on trouve, au-dessus de sables et argiles rocaldiens, des poudingues verts suivis de grès à grain fin, très friables, fortement glauconieux, calcarifères, mais privés de silice amorphe et renfermant des fossiles, parmi lesquels nous avons trouvé de nombreux représentants de la faune de Bracquegnies, entre autres: *Dentalium medium, Turritella granulata, Natica rotundata, Vermetus concavus, Arca æquilateralis, Trigonia Elisæ* (en outre, en abondance, une Trigonie inédite existant à Bracquegnies), *Venus faba, Venus plana, Pholadomya Mailleana*.

» Au-dessus de ces grès verts, viennent des sables gris, glauconieux, calcarifères,

souvent durcis en grès très compacts par de la silice amorphe et dans lesquels nous avons trouvé *Nautilus Clementinus*, *Inoceramus sulcatus*, etc. Des poudingues séparent les grès gris des grès verts et forment plusieurs bancs dans les premiers.

» Ce sont les deux termes précédents, et particulièrement l'inférieur, qui doivent être assimilés aux couches à *Schl. inflata;* les grès verts représentent la Meule de Bracquegnies (= Greensands de Blackdown).

» Ces dépôts ont ensemble environ 60^m et sont surmontés d'une succession de couches ayant une épaisseur totale de plus de 100^m et formées de roches, d'apparences très variées, qui consistent essentiellement en des alternances répétées de sables plus ou moins glauconieux, calcareux, le plus souvent agglomérés en grès compacts par du calcaire ou de la silice amorphe, avec de vrais calcaires gris ou jaunâtres, souvent glauconieux, des bancs de poudingues et des lits parfois épais de spongolithe. Les fossiles sont nombreux dans ces roches, surtout dans les calcaires, et constituent une faune nettement cénomanienne. Parmi les espèces que nous avons recueillies jusqu'ici, tant à Harchies qu'à Baudour, nous citerons :

» *Acanthoceras rhotomagense, Schloenbachia varians, Baculites baculoides, Turrilites tuberculatus, Cardium hillanum, Cardium carolinum, Perna lanceolata, Inoceramus striatus, Ianira quinquecostata, Ianira æquicostata, Pecten orbicularis, Ostrea columba, O. conica, O. carinata, O. haliotidea, Turritella extans, Rhynconella compressa, Terebratula Beaumonti, Terebratula biplicata.*

» Cet ensemble de couches est susceptible d'être divisé en plusieurs assises allant de la zone à *Pecten asper* à la zone à *Acanth. rhotomagense.* Cette division en assises fera l'objet d'une prochaine Communication. »

M. **Jenkins** adresse un complément à ses Communications précédentes : « Météorologie, branche de l'Astronomie ».

(Renvoi à l'examen de M. Mascart.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

———

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 octobre 1900.

Connaissance des temps ou des mouvements célestes, pour le méridien de Paris, à l'usage des Astronomes et des Navigateurs, pour l'an 1903, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, août 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guyou.)

Mon Observatoire à Madagascar, par le P. Colin, S. J., Correspondant de l'Institut. Paris, imp. D. Dumoulin, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Sur les phénomènes capillaires, par G. Van der Mensbrugghe (Rapport présenté au Congrès international de Physique réuni à Paris en 1900). Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Récréation arithmétique sur les mouvements des aiguilles d'une montre, par Prosper de Lafitte; deuxième tirage, trois variantes et une note ajoutées. Agen, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La Loire navigable, projet d'enlèvement des sables du lit du fleuve, par Abel Duveau. Beaufort-en-Vallée, imp. H. Cornilleau, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Filtres d'eau d'alimentation, système Rankine; s. l. n. d.; 1 fasc. in-12 obl.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; 3e série, t. XIV, 3e livraison (1re partie), 1900, et *Atlas*. Saint-Étienne, 1900; 1 vol. in-8° et 1 fasc. in-f°.

Sur l'expérience inverse de celle du tonneau de Pascal, par G. Van der Mensbrugghe. Bruxelles, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Observaciones del eclipse total de Sol del 28 *de mayo de* 1900, *verificadas en Plasencia por la Comision Oficial.* Madrid, 1900; 1 fasc. in-8°.

La actividad sésmica en el archipiélago Filipino durante el ano 1897, por el P. José Coronas, S. J. Manila, 1899; 1 fasc. in-8°. (Envoi de M. le Ministre des Affaires Étrangères.)

Observations made at the Hongkong observatory, in the year 1899, by W. Doberck, Director. Hongkong, 1900; 1 fasc. in-f°.

A list of works on North American entomology, by Nathan Banks. Washington, 1900; 1 fasc. in-8°.

The Metallographist, edited by Albert Sauveur; vol. III, n° I, January 1900. Boston Testyng Laboratories. 1 fasc. in-8°.

Cassier's Magazine, vol. XVIII, n° 3, July 1900. London; 1 fasc. in-8°.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXIII, n° 14. Berlin, 1900; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 1er octobre 1900.)

Note de M. *Berthelot*, Sur l'absorption de l'oxygène libre, etc :

Page 549, lignes 3 et 4 du Tableau, *au lieu de*

	»	»	{	1010	8,7	0,514
			{	»	8,7	0,52
	60	»		»	»	»
lisez :						
	»	»		1010	8,7	0,514
	60	»		»	8,7	0,52

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 OCTOBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés des carbures de néodyme et de praséodyme*. Note de M. **Henri Moissan**.

« A la suite de nos recherches sur les carbures de cérium et de lanthane nous avions entrepris quelques essais sur la préparation des carbures de néodyme et de praséodyme. Mais les sels que nous avions en ce moment dans notre laboratoire n'étaient pas suffisamment purs, et nous n'avons rien publié sur ce sujet. Depuis cette époque, M. Demarçay a présenté à l'Académie un important Travail sur cette question et il a bien voulu mettre à notre disposition les oxydes qui ont servi à ses expériences. D'autre part, MM. Chenal et Douilhet nous ont offert une partie des

beaux échantillons de sels purs de néodyme et de praséodyme qu'ils ont fait figurer à l'Exposition universelle de 1900. Je prie ces messieurs d'agréer tous mes remercîments.

» *Préparation du carbure de néodyme.* — L'oxyde de néodyme dont nous sommes partis possédait la couleur mauve indiquée par M. Demarçay. Il répondait à la formule Ne^2O^3. Nous avons préparé un mélange intime de cet oxyde et de charbon de sucre, dans les proportions suivantes : oxyde, 250^{gr}; carbone, 26^{gr}. Ce mélange est additionné d'essence de térébenthine en quantité aussi faible que possible et comprimé sous pression en forme de petits cylindres. Ces derniers sont légèrement calcinés, dans un creuset de porcelaine, au four Perrot, jusqu'à ce qu'ils ne dégagent plus de gaz combustibles. Le produit, encore chaud, est enfermé dans des flacons bouchés à l'émeri et doit être conservé à l'abri de toute humidité. Ce mélange est placé dans le creuset de mon four électrique, et chauffé pendant quatre minutes, au moyen d'un courant de 900 ampères sous 50 volts. Après l'opération, on trouve, dans le creuset, une masse fondue qui, le plus souvent, se détache avec une grande facilité. Dans ce cas, elle est constituée par du carbure de néodyme à peu près pur. Si la chauffe dure trop longtemps, le carbure de néodyme attaque le creuset, dissout des quantités variables de carbone et adhère à la paroi.

» *Préparation du carbure de praséodyme.* — L'oxyde employé était d'une couleur brune et répondait à la formule PrO^2. Le mélange de cet oxyde et de charbon de sucre a été préparé, ainsi qu'il a été dit précédemment, dans les proportions de : oxyde, 250^{gr}, et carbone, 32^{gr}. La durée de la chauffe a été la même, et le produit diffère peu, comme aspect, du carbure de néodyme.

» *Propriétés.* — Nous avons étudié avec détails plusieurs réactions de ces nouveaux carbures sur les corps simples et composés, afin d'apporter quelques données nouvelles à l'étude de ces terres rares.

» Le carbure de néodyme se présente, au microscope, en lamelles hexagonales, de couleur jaune un peu plus foncée que celle du carbure d'aluminium. Sa densité est voisine de 5,15. Le carbure de praséodyme a une couleur identique; il possède aussi une apparence cristalline. Sa densité a été trouvée égale à 5,10.

» Ces deux carbures sont irréductibles par l'hydrogène à la température du rouge.

» Avec le fluor, il ne se produit pas de réaction sensible à la tempéra-

ture ordinaire, mais, si l'on chauffe légèrement le carbure, une incandescence très vive se manifeste et la réaction se continue dans un courant de gaz fluor.

» Les fluorures obtenus sont insolubles dans l'eau; le fluorure de néodyme est blanc verdâtre et le fluorure de praséodyme d'un jaune de soufre. La chaleur de la réaction n'a pas été suffisante pour les fondre, et ils ne sont pas facilement volatils.

» Dans un courant de gaz chlore, ces carbures ne donnent pas de réaction à froid, mais, chauffés au-dessus du rouge sombre, ils deviennent incandescents et produisent des chlorures anhydres solubles dans l'eau avec un notable dégagement de chaleur. Nous avons eu l'occasion d'insister plusieurs fois sur cette facile production des chlorures par l'action du chlore sur les carbures métalliques.

» Le brome réagit comme le chlore, c'est-à-dire toujours avec incandescence, tandis que la vapeur d'iode au rouge sombre réagit avec un dégagement de chaleur bien moindre, sans produire aucune lueur et en donnant un ou plusieurs iodures solubles dans l'eau.

» Si l'on chauffe ces carbures vers 400°, dans un rapide courant d'oxygène, il se produit une belle incandescence, et l'oxydation du carbure est complète.

» Avec le carbure de néodyme, il reste un oxyde de couleur mauve. Le carbure de praséodyme laisse un oxyde noir; nous avons utilisé cette réaction pour le dosage du carbone.

» Le soufre réagit à sa température d'ébullition, mais lentement. Les sulfures produits sont décomposés par les acides étendus; ils sont attaqués assez rapidement par l'eau bouillante et très faiblement par l'eau froide.

» A la température d'ébullition du soufre, l'action de ce métalloïde n'est jamais totale; il est nécessaire de chauffer jusqu'à 1000° pour avoir une réaction complète.

» A 1200°, l'azote réagit sur ces deux carbures, mais la transformation n'est que superficielle et la quantité d'azoture formé est très faible. Cependant, le résidu jeté dans l'eau fournit d'une façon bien nette de l'ammoniaque. Nous verrons plus loin que d'autres expériences prouvent bien l'existence des azotures de néodyme et de praséodyme.

» Ainsi que nous l'avons fait remarquer à propos de la préparation, le carbone se dissout avec rapidité dans les carbures de néodyme et de praséodyme fondus. Au moment du refroidissement, le graphite cristallise

alors dans la masse, et l'on peut obtenir ainsi des carbures présentant une cassure d'un gris métallique rappelant la couleur de la plombagine.

» Au contact de l'eau, la décomposition de ces carbures est aussi rapide que celle des carbures de cérium, de lanthane et d'yttrium. Il se produit un abondant dégagement gazeux, et il reste un oxyde hydraté. Cet hydrate est blanc verdâtre avec le carbure de néodyme et violacé avec le carbure de praséodyme. Il se forme en outre une certaine quantité de carbures d'hydrogène liquides et solides.

» Le mélange gazeux, analysé par le procédé que nous avons décrit précédemment, est formé surtout de gaz acétylène, d'une petite quantité d'éthylène, ou plutôt de carbures éthyléniques, et enfin de carbures forméniques.

Décomposition par l'eau du carbure de néodyme.

	1.	2.	3.	4.
Acétylène	66,22	65,42	65,80	67,20
Carbures éthyléniques	6,34	5,92	6,90	5,95
Carbures forméniques	27,44	28,66	27,30	26,85

Décomposition par l'eau du carbure de praséodyme.

	1.	2.
Acétylène	67,50	68,31
Carbures éthyléniques	2,50	3,57
Carbures forméniques	30,00	28,12

» Les solutions d'acide se comportent différemment vis-à-vis de nos deux carbures, suivant la quantité d'eau qu'elles renferment. L'acide nitrique monohydraté n'attaque pas ces carbures, tandis que l'acide étendu dégage des carbures d'hydrogène dont la composition peut être modifiée par suite de la propriété oxydante du corps réagissant.

» De même l'acide sulfurique concentré et bouillant est réduit avec dégagement d'acide sulfureux, et l'acide étendu réagit par l'eau qu'il contient.

» Le gaz acide chlorhydrique n'agit pas à froid sur ces deux carbures, mais au rouge sombre la réaction se fait avec incandescence. Le produit de cette décomposition est soluble dans l'eau et fournit une solution rose pour le carbure de néodyme et verte pour le carbure de praséodyme.

» Les deux carbures sont attaqués au rouge sans incandescence par l'hydrogène sulfuré, avec formation de sulfure dont les propriétés sont

identiques à celles que nous avons indiquées à propos de la réaction du soufre sur les mêmes carbures.

» Le gaz ammoniac réagit nettement à 1200° sur les carbures de néodyme et de praséodyme. Le premier a pris une teinte noire et le deuxième une coloration jaune. Le résidu, traité par l'eau, fournit des carbures d'hydrogène et un abondant dégagement de gaz ammoniac. Il existe donc bien des azotures de ces métaux.

» *Analyse.* — Le carbure fondu a été traité par l'acide azotique étendu qui le dissout rapidement. Quand il renferme une petite quantité de graphite, on sépare ce dernier corps par filtration et l'on tient compte de son poids. Le nitrate est évaporé à sec et calciné. Du poids de l'oxyde obtenu on peut calculer la quantité de métal renfermé dans le carbure.

» D'autres déterminations ont été faites en précipitant la solution renfermant peu d'acide nitrique par l'oxalate d'ammoniaque, puis en calcinant l'oxalate. Dans cet autre procédé, les chiffres étaient toujours un peu plus faibles.

» Le carbone a été dosé sous forme d'acide carbonique par combustion directe dans un excès d'oxygène. Il est important que la combustion soit très active, afin qu'il ne reste pas une petite quantité de carbure non décomposé.

» Cette méthode est encore celle qui nous a donné les meilleurs résultats, bien que les chiffres obtenus aient été un peu faibles [1] :

Carbure de néodyme.

	1.	2.	3.	Théorie pour NeC^2.
Néodyme pour 100.....	84,24	85,73	85,90	85,68
Carbone..............	14,08	14,27	13,37	14,32

Carbure de praséodyme.

	1.	2.	3.	Théorie pour PrC^2.
Praséodyme pour 100..	84,60	85,10	84,91	85,41
Carbone..............	14,40	13,79	14,29	14,58

» *Conclusions.* — En résumé, les oxydes de néodyme et de praséodyme

---

[1] Nous avons pris 143,6 pour poids atomique du néodyme et 140,5 pour le praséodyme.

chauffés en présence de charbon au four électrique fournissent des carbures cristallisés de formule NeC^2 et PrC^2. Ces carbures décomposent l'eau à froid en produisant un mélange de carbures d'hydrogène et l'oxyde hydraté. Nous avons démontré précédemment que les trois carbures alcalino-terreux préparés au four électrique ne fournissent, par leur décomposition par l'eau, que de l'acétylène pur; d'autre part, le carbure d'aluminium ne donne, dans les mêmes conditions, que du méthane. On sait aussi que le néodyme et le praséodyme appartiennent au groupe du cérium, groupe placé, d'après l'ensemble de ses propriétés, entre les métaux alcalino-terreux et l'aluminium. Il est assez curieux de remarquer que les carbures de néodyme et de praséodyme fournissent au contact de l'eau un mélange complexe d'hydrocarbures, riche surtout en acétylène et en méthane. De plus, nous devons mentionner que la quantité d'acétylène donnée par ces différents carbures va en diminuant du cérium au néodyme et que le néodyme et le praséodyme, métaux assez voisins pour avoir été longtemps confondus sous le nom de *didyme*, fournissent avec l'eau un mélange de carbures de composition très voisine.

» Enfin les carbures de cérium, de lanthane, de néodyme et de praséodyme répondent tous à la formule RC^2. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Éros faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par MM. G. **Rayet** et A. **Féraud**.

Planète Éros.

Dates. 1900.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα planète.	ΔⓅ planète.	Observateurs.
		h m s	m s		
Oct. 8........	1	23.50.49,45	−2.23,92	+0′.16″,00	G. Rayet
9........	2	22.36.48,92	−0.59,42	+2.49,13	A. Féraud
11........	3	22. 6.49,77	+1.24,89	+8.34,83	A. Féraud

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1900,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s		
1....	½ [A.-O_1, 3240. — A. G. Z. Bonn 2444].....	2.45.37,46	+ 6,19	42°.29′.56″,6	−13″,18
2....	½ [A.-O_1, 3212. — A. G. Z. Bonn 2421].....	2.43.53,24	+ 6,24	42. 7.25,7	−13,55
3...	Lalande, 5073. — A. O_1, 3155. — A. G. Z. Bonn 2367]............................	2.40.36,19	+ 6.33	41.20.46,1	−14,26

Positions apparentes de la planète Éros.

Dates. 1900.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Oct. 8.......	10.42.24,74	2.43.19,73	$-\bar{1},631$	42°.29′.59″,4	$-\bar{1},913$
9.......	9.24.40,43	2.43. 0,06	$-\bar{1},742$	42.10. 1,3	$-0,293$
11.......	8.46.54,37	2.42. 7,41	$-\bar{1},774$	41.29. 6,7	$-0,386$

» Ces observations donnent pour correction de l'éphéméride de Millosevich (A. N. 3660) :

Dates. 1900.	Ascension droite.	Déclinaison.
Oct. 8....................	—0,95	+0″,1
9....................	—1,21	+1,4
11....................	—1,05	0,0

» La planète, dont la grandeur est 9,5 environ, laisse une trace très nette sur les clichés photographiques. »

M. Guignard, en présentant à l'Académie un portrait de M. *Bornet*, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire du portrait de notre éminent et cher Confrère M. Bornet.

» Il y a quelque temps, à l'occasion de son soixante-dixième anniversaire, les élèves et amis de M. Bornet ont eu la pensée de lui remettre ce modeste témoignage d'affection, en souvenir des nombreux services qu'il avait rendus à tous ceux qui, pour leurs études, avaient eu recours à ses savants conseils et à son inépuisable complaisance. Par un sentiment de modestie qui n'étonnera aucun de ceux qui le connaissent, M. Bornet avait désiré que notre intention fût communiquée seulement aux botanistes et aux algologues avec lesquels il avait entretenu des relations personnelles.

» Bien que nous nous soyons conformés à ce désir, le nombre des personnes qui se sont empressées d'apporter à M. Bornet le témoignage de leur reconnaissance a été si grand, dans tous les pays, que le premier tirage du portrait a été insuffisant: un second tirage est devenu nécessaire, mais s'est trouvé retardé par suite de circonstances imprévues, et c'est la raison pour laquelle je viens offrir un peu tardivement cet exemplaire à l'Aca-

démie. Le portrait, gravé à l'eau-forte par un artiste de talent, M. Duvivier, est entouré d'une vignette qui n'existait pas sur le premier tirage; elle rappelle quelques-uns des principaux travaux publiés par M. Bornet, soit seul, soit en collaboration avec G. Thuret, travaux qui ont enrichi la Science de découvertes classiques.

» Nous avons pensé qu'il serait agréable à l'Académie de posséder cette œuvre d'art et de la faire figurer dans un des locaux dont elle dispose. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront être présentés à M. le Ministre de la Guerre, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1900-1901.

MM. Cornu et Sarrau réunissent l'unanimité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Guarini soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Répétiteurs pour la télégraphie sans fil ».

(Commissaires : MM. Mascart, Violle.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'équation générale donnant l'intégrale de Jacobi, comme cas particulier.* Note de M. Gruey.

« 1. A l'époque t, soient $P(m, a, e, \theta, \varphi, \ldots)$ la planète troublée, $P'(m', a', e', \ldots)$ la planète troublante, rapportées à un même plan fixe Q; r, r' les rayons vecteurs inclinés de δ entre eux et de u, u' sur la ligne du nœud ascendant de P sur P'; J l'inclinaison mutuelle des orbites; x', y', z' les coordonnées rectilignes de P' relatives à trois axes rectangulaires issus du Soleil S, savoir : la direction de r, celle de la perpendiculaire à r du côté des longitudes croissantes dans l'orbite de P, et celle de la normale à cette

orbite du côté boréal. On a

$$(1)\quad \begin{cases} H = \cos\delta = \cos u \cos u' + \sin u \sin u' \cos J, \\ \dfrac{x'}{r'} = H, \quad \dfrac{y'}{r'} = \dfrac{\partial H}{\partial u}, \quad \dfrac{z'}{r'} = -\sin u' \sin J. \end{cases}$$

» Désignons $1+m$, $1+m'$ par μ, μ'; $f\mu$, $f\mu'$ par k^2, k'^2; la distance des deux planètes par Δ; la fonction perturbatrice par R; les projections de la force perturbatrice sur les trois axes précédents par $k^2 m' S$, $k^2 m' T$, $k^2 m' W$, nous aurons

$$(2)\quad \begin{cases} \Delta^2 = r^2 + r'^2 - 2rr'H, \qquad R = k^2 \dfrac{m'}{\mu}\left(\dfrac{1}{\Delta} - \dfrac{r}{r'^2} H\right) = k^2 \dfrac{m'}{\mu}\Omega, \\ k^2 m' S = \dfrac{\partial R}{\partial r}, \qquad k^2 m' T = \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial R}{\partial u}, \qquad k^2 m' W = \dfrac{1}{r \sin u}\dfrac{\partial R}{\partial J}. \end{cases}$$

» En prenant les dérivées partielles de R relatives à u, u', J, on voit immédiatement que

$$(3)\quad \frac{\partial R}{\partial u'} = -\cos J \frac{\partial R}{\partial u} + \cot u \sin J \frac{\partial R}{\partial J}.$$

» 2. Considérons maintenant les équations usuelles qui donnent $\dfrac{da}{dt}$, $\dfrac{dp}{dt}$, $\dfrac{d\theta}{dt}$, $\dfrac{d\varphi}{dt}$, en fonction de S, T, W que nous remplaçons par leurs valeurs; nous avons, en appelant ϖ l'anomalie vraie de P,

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{2}k^2 \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{1}{a}\right) = -\dfrac{\partial R}{\partial r}\dfrac{k}{\sqrt{p}} e \sin\varpi - \dfrac{\partial R}{\partial u}\dfrac{k\sqrt{p}}{r^2}, \\ k\dfrac{d\sqrt{p}}{dt} = \dfrac{\partial R}{\partial u}, \qquad k\sqrt{p}\,\mathrm{tang}\, u \dfrac{d\varphi}{dt} = k\sqrt{p}\sin\varphi \dfrac{d\theta}{dt} = \dfrac{\partial R}{\partial J}; \end{cases}$$

mais on sait que, dans le mouvement troublé, v étant l'argument de latitude,

$$\frac{dr}{dt} = \frac{k}{\sqrt{p}} e \sin\varpi, \qquad \frac{k\sqrt{p}}{r^2} = \frac{dv}{dt} + \cos\varphi \frac{d\theta}{dt} = \frac{dv}{dt} + \mathrm{tang}\, u \cot\varphi \frac{d\varphi}{dt};$$

si l'on substitue ces deux expressions dans celle de $\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{1}{a}\right)$, on obtient, en tenant compte de la valeur de $\mathrm{tang}\, u \dfrac{dR}{du}$ tirée de (3),

$$\frac{1}{2}k^2 \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{a}\right) = -\frac{\partial R}{\partial r}\frac{\partial r}{\partial t} - \frac{\partial R}{\partial u}\frac{\partial v}{\partial t} - \mathrm{tang}\, J \cot\varphi \frac{\partial R}{\partial J}\frac{d\varphi}{dt} + \mathrm{tang}\, u \frac{\cot\varphi}{\cos J}\frac{\partial R}{\partial u'}\frac{d\varphi}{dt},$$

ou encore

$$(5)\quad \frac{1}{2}k^2\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{a}\right) = -\frac{\partial R}{\partial r}\frac{dr}{dt} - \frac{\partial R}{\partial u}\frac{dv}{dt} - \operatorname{tang} J \cot\varphi \frac{\partial R}{\partial J}\frac{d\varphi}{dt} + \frac{\cos\varphi}{\cos J}\frac{\partial R}{\partial u'}\frac{d\theta}{dt}.$$

» 3. La deuxième et la troisième équation (4) donnent respectivement

$$k\cos\varphi\frac{d\sqrt{p}}{dt} = \cos\varphi\frac{\partial R}{\partial u} = \cos\varphi\left(\cot u \operatorname{tang} J\frac{\partial R}{\partial J} - \frac{1}{\cos J}\frac{\partial R}{\partial u'}\right),$$

$$k\sqrt{p}\sin\varphi\frac{d\varphi}{dt} = \sin\varphi\cot u\frac{\partial R}{\partial J};$$

d'où, n' désignant le moyen mouvement de P′,

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d}{dt}(n'k\sqrt{p}\cos\varphi) = &-n'\frac{\cos\varphi}{\cos J}\frac{\partial R}{\partial u'} \\ &+ n'\cot u\cos\varphi(\operatorname{tang} J - \operatorname{tang}\varphi)\frac{\partial R}{\partial J} + k\sqrt{p}\cos\varphi\frac{dn'}{dt}. \end{aligned}\right.$$

» 4. Enfin, si nous ajoutons, membres à membres, les relations (5) et (6) et la suivante

$$\frac{dR}{dt} = \frac{\partial R}{\partial r}\frac{dr}{dt} + \frac{\partial R}{\partial u}\frac{du}{dt} + \frac{\partial R}{\partial r'}\frac{dr'}{dt} + \frac{\partial R}{\partial u'}\frac{du'}{dt} + \frac{\partial R}{\partial J}\frac{dJ}{dt},$$

il vient

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d}{dt}\left(\frac{k^2}{2a} + n'k\sqrt{p}\cos\varphi + R\right) \\ &\quad = \frac{\partial R}{\partial r'}\frac{dr'}{dt} - \frac{\partial R}{du}\frac{d\omega}{dt} + k\sqrt{p}\cos\varphi\frac{dn'}{dt} + \alpha + \beta + \gamma, \end{aligned}\right.$$

en posant

$$\alpha = \frac{\partial R}{\partial J}\left(\frac{dJ}{dt} - \operatorname{tang} J\cot\varphi\frac{d\varphi}{dt}\right), \qquad \beta = \frac{\partial R}{\partial u'}\left[\frac{du'}{dt} + \frac{\cos\varphi}{\cos J}\left(\frac{d\theta}{dt} - n'\right)\right],$$

$$\gamma = \frac{\partial R}{\partial J}(\operatorname{tang} J - \operatorname{tang}\varphi)\, n'\cot u\cos\varphi, \qquad \omega = v - u,$$

ω est l'angle héliocentrique des nœuds ascendants de P sur le plan Q et l'orbite de P′.

» L'équation (7) que nous voulions obtenir a lieu quels que soient les masses et les éléments de P, P′.

» Dans le cas particulier de $m = 0$, le mouvement de P′ est purement képlérien, dans un plan de direction invariable qui peut être pris pour plan de référence. Alors on a

$$\varphi = J, \qquad n' = \frac{d(\theta + u')}{dt}, \qquad \frac{dn'}{dt} = \alpha = \beta = \gamma = \omega = 0,$$

et l'équation (7) se réduit à

$$(8)\qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{k^2}{2a}+kn'\sqrt{p}\cos J+R\right)=\frac{\partial R}{\partial r'}\frac{dr'}{dt}.$$

m étant nulle, ou les éléments de P′ invariables, si l'on suppose en outre $e'=0$, on aura aussi $\frac{dr'}{dt}=0$ et l'équation (7), en prenant $\psi=J$, admettra, dans ce cas particulier, la solution

$$(9)\qquad \frac{k^2}{2a}+kn'\sqrt{p}\cos J+R=C,$$

c'est-à-dire l'intégrale de Jacobi, où C désigne une constante absolue, arbitraire.

» L'équation (8) convient au cas d'une comète P, troublée par une planète P′ dont elle traverse la sphère d'activité, de l'époque t_0 à t_1. Prenons l'intégrale définie des deux membres, de t_0 à t_1, nous aurons évidemment

$$(10)\qquad \left(\frac{1}{a}+\frac{2\sqrt{p}\cos J}{a'\sqrt{a'}}\right)_{t_0}^{t_1}=\mathcal{E},$$

en posant

$$\mathcal{E}=2\frac{1-\sqrt{\mu'}}{a'\sqrt{a'}}(\sqrt{p}\cos J)_{t_0}^{t_1}+2m'\left(\frac{r}{r'^2}H+\int\frac{\partial\Omega}{\partial r'}\frac{dr'}{dt}dt\right)_{t_0}^{t_1},$$

$\mathcal{E}$ est la valeur rigoureuse de l'erreur admise par Tisserand dans son critérium. On pourrait la développer suivant les puissances de e, e', δ, $\frac{\lambda}{a'}$; λ désignant la corde de traversée. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly-Brooks* (*b* 1900), *faites à l'équatorial Brunner de l'observatoire de Lyon*, par M. J. **Guillaume**, présentées par M. Lœwy.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates. 1900.	Temps moyen de Paris.	✱ — ★ Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Août 10..	10.39.17	−1. 8,83	−4. 4,6	10.12	3.15. 1,53	−9,946	+63.31.31,0	+0,651	*d*
10..	12. 3.55	−0.55,78	+4.23,0	12.10	3.15.14,58	−9,968	+63.39.58,6	+0,388	*d*
11..	10.11.38	+0.52,07	−3.23,6	10.12	3.18.50,37	−9,962	+65.48. 3,0	+0,692	*f*

Dates. 1900.	Temps moyen de Paris.	✶☄ − ✶ Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	✶
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
11..	11.17. 6	+1. 3,57	+2.49,8	12.10	3.19. 1,87	−0,001	+65.54.16,4	+0,527	*f*
12..	10. 0.23	−0.11,74	−2.34,0	10.12	3.23.12,92	−9,991	+67.59.51,8	+0,699	*g*
13..	10.42.15	+2. 3,13	−7.43,7	10.12	3.28.27	−0,065	+70.10.13	+0,587	*h*
13..	11.34.24	+2.15,06	−3.13,0	12.10	3.28.39	−0,086	+70.14.43	+0,487	*h*
14..	9.19.54	−0.40,29	+4.20,4	10.12	3.33.58	−0,022	+72. 2.33	+0,747	*i*
14..	10.12. 6	−0.26,39	+8.37,8	12.10	3.34.12	−0,085	+72. 6.50	+0,648	*i*
18..	13.10.27	+0.38,36	−9.53,7	9. 5	4.13. 3,02	−0,332	+79.14.28,7	−9,427	*j*
18..	14. 4.45	+1. 9,04	−6.27,2	10.12	4.13.33,70	−0,296	+79.17.55,2	−0,206	*j*
29..	8.32.19	−0. 9,50	+4.26,9	5. 8	11.35.51,34	+0,588	+84.24.37,8	+0,496	*k*
29..	9.52.24	+1.24,71	+2.16,1	8. 8	11.37.25,55	+0,482	+84.22.27,0	+0,689	*k*
29..	10.37. 3	+2.19,84	+1. 3,0	12.10	11.38.20,68	+0,383	+84.21.13,9	+0,753	*k*
31..	9.12.16	+5.10,04	−4. 3,5	10.12	12.22.53,84	+0,490	+83. 0.59,2	+0,519	*l*
Sept. 1..	8.45. 7	−1.25,13	+0.35,1	10.12	12.38.28,80	+0,474	+82.19.12,5	+0,379	*m*
1..	9.56.33	−0.43,42	−1.34,4	12.10	12.39.10,51	+0,414	+82.17. 3	+0,616	*m*
4..	8.31.45	−0.36,20	+3.48,4	5. 9	13.10.34	+0,384	+80.14.29	+0,239	*n*
4..	9.39.42	−0.14,39	+1.55,4	10. 6	13.10.56	+0,350	+80.12.36	+0,534	*n*
4..	10. 5.57	−0. 4,99	+1. 9,7	5. 8	13.11. 5	+0,323	+80.11.50	+0,612	*n*
5..	8.17. 6	−2.34,19	+1.12,9	6.10	13.17.44,93	+0,359	+79.35.26,2	+0,120	*o*
5..	9.36.36	−2.11,05	−1. 0,0	8. 6	13.18. 8,07	+0,326	+79.33.13,3	+0,530	*o*
5..	10.33.36	−1.54,34	−2.34,7	5. 8	13.18.24,78	+0,266	+79.31.38,6	+0.672	*o*
6..	9.34.48	+3. 2,34	−9.13,1	6.10	13.24.30,47	+0,303	+78.54.44,2	+0,524	*p*
11..	9.35.48	−1.11,28	−1. 4,7	5.10	13.47. 1,91	+0,205	+76. 1. 1,6	+0,555	*q*
11..	10.36.16	−1. 2,08	−2.27,1	10. 5	13.47.11,11	+0,144	+75.59.39,2	+0,698	*q*
11.	11.27.15	−0.54,83	−3.33,3	5.10	13.47.18,36	+0,057	+75.58.33,0	+0,777	*q*
14..	8.29.57	+0.11,61	+5.42,7	5.10	13.56. 7	+0,189	+74.31.59	+0,327	*r*
14..	9. 2. 0	+0.15,60	+5. 4,0	10. 5	13.56.11	+0,179	+74.31.21	+0,470	*r*
14..	9.33.34	+0.19,54	+4.27,8	5.10	13.56.14	+0,162	+74.30.45	+0,573	*r*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1900,0.

✶	Désignation.	α moy.	Réduction au jour.	δ moy.	Réduction au jour.	Autorités.
d.......	Anonyme (9,5)	$Æ_e - 1^m 19^s,40$	»	$Ⓓ_e + 38,7$	»	Rapportée à *e*.
		h m s	s	° ′ ″	″	
e.......	DM + 63°.412	3.17.24,80	+4,96	+63.35. 1,9	− 5,0	A.G. Hels.-Gotha, 2970.
f.......	65.345	3.17.53,05	+5,25	+65.51.32,0	− 5,4	A.G. Christ., 585.
g.......	67.275	3.23.19,13	+5,53	+68. 2.32,1	− 6,3	B.B., VI.
h.......	70.248	3.26.18	+5,92	+70.18. 4	− 6,9	
i.......	71.215	3.34.32	+6,21	+71.58.21	− 7,8	
j.......	79.142	4.12.16,15	+8,51	+79.24.34,1	−11,7	A.G. Kasan, 672.
k.......	84.258	11.36.10,68	−9,84	+84.20.23,9	−13,0	A.G. Carrington, 1740.
l.......	83.351	12.17.52,64	−8,84	+83. 5.12,5	− 9,8	A.G. Carrington, 1840.
m.......	82.371	12.40. 2,10	−8,17	+82.18.45,4	− 8,0	A.G. Carrington, 1886.

⋆	Désignation.	α moy.	Réduction au jour.	δ moy.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
n.......	DM + 80°.404	13.11.17	−6,35	+80°.10′.47″	− 5″,6	
o... ...	79.420	13.20.25,08	−5,96	+79.34.18,1	− 4,8	A.G. Kasan, 2382.
p... ...	79.421	13.21.33,74	−5,61	+79. 4. 2,2	− 4,9	A.G. Kasan, 2383.
q.......	76.501	13.48.17,34	−4,15	+76. 2. 9,5	− 3,2	A.G. Kasan, 2430.
r.......	74.562	13.55.59	−3,58	+74.26.20	− 3,0	

» *Remarques.* — Août 10. — Queue très faible d'environ 6′ à 7′, vers 254°; noyau stellaire de 9ᵉ,5 à 10ᵉ grandeur, entouré d'une condensation allongée d'environ 10″ qui lui donne un éclat total de 9ᵉ. Au chercheur, la comète est visible comme une étoile de 7ᵉ,5 grandeur.

» Août 12. — La lune éclaire; la comète est visible au chercheur comme une étoile de 9ᵉ. A la lunette elle présente une queue faible d'environ 6′, vers 261°; condensation allongée d'environ 11″ sur 4″ à 5″ de large.

» Pendant l'observation, la tête de la comète a passé sur l'étoile DM+67.275 (9,1): l'éclat de l'étoile a augmenté d'environ 0,2 grandeur et elle a pris une couleur rouge très marquée.

» Août 13. — Définition mauvaise : images agitées.

» Août 14.—Même état de définition. Queue vers 266°. Condensation allongée d'environ 8″; noyau stellaire 10ᵉ grandeur. La comète est visible au chercheur comme une étoile de 8ᵉ,5 à 9ᵉ grandeur.

» Août 18.—Queue d'environ 30′, vers 272°. Le voisinage de deux fils gêne les pointés en α dans la 2ᵉ série.

» Août 29. — Queue s'étend très faible jusqu'à plus de 40′, vers 26°. Le voisinage de deux fils gêne les pointés en α dans la 1ʳᵉ série.

» Septembre 1. — Cirrus et brume par le ciel; voisinage de deux fils gêne les pointés en α.

» Septembre 4.— Étoile agitée, cirrus. Rudiment de queue vers 42°; noyau 10ᵉ grandeur.

» Août 11.—La Lune et la brume affaiblissent, la vision à l'œil nu s'arrête aux étoiles de 4ᵉ grandeur vers le pôle. La comète se présente comme une faible nébulosité d'environ 35″, un peu allongée, avec condensation centrale faible : éclat d'environ 10ᵉ grandeur, on entrevoit un petit noyau stellaire plus faible.

» Août 14. — Fins cirro-stratus par le ciel agitent beaucoup l'étoile et affaiblissent parfois les images d'une façon gênante.

» Août 15. — Étoile très agitée. La comète s'éteint dans le champ avec les étoiles de 9ᵉ,5. Elle présente toujours une condensation allongée dans le sens de la queue, qui s'étend très faible jusqu'à 40′ environ, vers 51°, mais qui ne se voit bien que sur le tiers de cette longueur; noyau stellaire de 10ᵉ grandeur. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Le problème des températures stationnaires.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Picard.

« Le problème dont il s'agit s'énonce comme il suit :

» *Trouver une fonction v des coordonnées rectangulaires x, y, z, continue avec ses dérivées de deux premiers ordres à l'intérieur de la surface donnée (s) et satisfaisant aux conditions*

$$(1) \qquad \Delta v + \varphi = 0 \quad \textit{à l'intérieur de } (s),$$

$$(2) \qquad \frac{\partial v_i}{\partial n} + hv = 0 \quad \textit{sur } (s),$$

φ étant une fonction donnée, continue et admettant les dérivées premières à l'intérieur de (s), h étant une constante positive, n étant la direction de la normale intérieure à (s).

» J'ai réussi à résoudre complètement ce problème, en m'appuyant sur mes recherches antérieures sur le problème de Neumann et la méthode de M. Robin [voir mon Mémoire : *Les méthodes générales pour résoudre les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique* (*Annales de Toulouse*, 2e série, t. II, p. 270; 1900)], et j'exposerai mon analyse dans cette Note.

» Posons

$$(3) \qquad v = v_0 + hv_1 + h^2 v_2 + \ldots + h^k v_k + \ldots,$$

où $v_k (x = 0, 1, 2, \ldots)$ sont des fonctions de x, y, z.

» On trouve, en vertu de (1) et (2),

$$(4) \qquad \Delta v_0 + \varphi = 0, \qquad \frac{\partial v_{0i}}{\partial n} = 0,$$

$$(5) \qquad \Delta v_k = 0, \qquad \frac{\partial v_{k.i}}{\partial n} + v_{k-1} = 0 \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots).$$

» Supposons que la surface formée (S) satisfasse aux conditions 1°, 2°, 3° et 4° de mon Mémoire cité (*Les méthodes générales, etc.*, Introduction, p. 208) (¹).

» Supposons que

$$\int v_k \, ds = 0.$$

» En employant la méthode de M. Robin, qui s'applique aux surfaces

(¹) Voir aussi ma Note : *Sur la méthode de Neumann et le problème de Dirichlet* (*Comptes rendus*, 12 février 1900).

considérées (voir mon Mémoire cité, p. 208, 240), on trouve

$$\varphi_{k+1} = \frac{1}{2\pi}\int [-\varphi_k + \rho_1^{(k)} + \rho_2^{(k)} + \ldots + \rho_s^{(k)} + \ldots]\frac{1}{r}ds + C_k,$$

l'intégrale étant étendue à la surface (S) tout entière, r étant la distance du point $p_0(x, y, z)$ aux points variables $p(\xi, \eta, \zeta)$ de (S), C_k étant une constante arbitraire, $\rho_s^{(k)}$ étant les fonctions définies sur (S) par les relations suivantes

$$\rho_s^{(k)} = \frac{1}{2\pi}\int \frac{\rho_{s-1}^{(k)}\cos\psi}{r^2}ds, \qquad \rho_0^{(k)} = -\varphi_k.$$

» Nous désignons ici par ψ l'angle que font la normale n au point $p(\xi, \eta, \zeta)$ de (S) et la direction $\overline{p_0 p}$.

» En posant

$$\int (\varphi'_{k+1} + C_k)\,ds = 0,$$

nous déterminerons successivement toutes les fonctions $\varphi_k (k = 0, 1, 2, \ldots)$.

» Désignons par M_k le maximum de $|\varphi_k|$ sur (S). On trouve facilement

$$|\varphi'_{k+1}| < nM_k, \qquad |C_k| < nM_k,$$

n étant une constante positive ne dépendant pas de k.

» Par conséquent

$$M_{k+1} < 2nM_k.$$

» Cette inégalité nous montre que *la série* (3) *converge absolument et uniformément sur* (S), *pourvu que* $h < \frac{1}{2n}$.

» Soit ρ la densité d'une couche électrique en équilibre sur (s), *dont j'ai démontré l'existence dans le Mémoire déjà cité.* On peut poser

$$\frac{1}{2\pi}\int \frac{\rho}{r}ds = 1.$$

Nous aurons

$$\varphi_{k+1} = \frac{1}{2\pi}\int (\mu'_k + C_k\rho)\frac{1}{r}ds = \frac{1}{2\pi}\int \frac{\mu_k}{r}ds,$$

où l'on a posé

$$\mu_k = C_k\rho - \varphi_k + \rho_1^{(k)} + \rho_2^{(k)} + \ldots + \rho_s^{(k)} + \ldots.$$

» Il est aisé de démontrer que

$$|\mu_k| < mM_k,$$

m étant un nombre assignable.

» La série

(6) $$\mu = \mu_0 + h\mu_1 + h^2\mu_2 + \ldots + h^k\mu_k + \ldots$$

converge donc absolument et uniformément sur (s), pourvu que $h < \frac{1}{2n}$. On peut écrire, par conséquent,

$$\frac{1}{2\pi}\int \frac{\mu}{r} ds = v_1 + hv_2 + \ldots + h^k v_{k+1} + \ldots = V,$$

ce qui nous donne

$$(7) \qquad v = v_0 + hV.$$

» Mais, d'après les propriétés connues du potentiel de la simple couche, on a

$$\frac{\partial V_i}{\partial n} = -\frac{1}{2\pi}\int \frac{\mu \cos\psi}{r^2} ds + \mu.$$

» D'autre part, la convergence de la série (6) étant uniforme, on trouve

$$\frac{1}{2\pi}\int \frac{\mu \cos\psi}{r^2} ds = \frac{1}{2\pi}\sum_{x=0}^{\infty} h^k \int \frac{\mu_k \cos\psi}{r^2} ds = S.$$

» On a donc

$$\frac{\partial V_i}{\partial n} = \mu - S,$$

d'où, en tenant compte de l'égalité évidente [les égalités (5)]

$$\frac{1}{2\pi}\int \frac{\mu_k \cos\psi}{r^2} ds = \mu_k + v_k,$$

on tire immédiatement

$$\frac{\partial V_i}{\partial n} = -(v_0 + hv_1 + h^2 v_2 + \ldots + h^k v_k + \ldots) = -v,$$

et, en vertu de (7) et (4),

$$\frac{\partial v_i}{\partial n} + hv = 0 \quad \text{sur}(S).$$

» *La fonction v satisfait donc à la condition* (2).

» Il est évident aussi *qu'elle vérifie l'équation* (1).

» Nous avons déterminé la fonction cherchée v pour les valeurs positives de h plus petites que $\frac{1}{2n}$. En employant ensuite la méthode de la continuation analytique de M. Poincaré (*Rend. di Palermo*, p. 121, etc., maggio 1894), *nous résoudrons le problème proposé, quelle que soit la valeur positive de h.*

» Nous avons supposé aussi que $\int f d\tau = 0$, mais cette restriction n'a rien d'essentiel, comme l'a déjà montré M. Poincaré.

» *Le problème des températures stationnaires est donc résolu complètement pour toute surface fermée satisfaisant aux conditions* 1°, 2°, 3° *et* 4°. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur les mélanges explosifs formés par l'air et par les vapeurs des hydrocarbures des principales séries organiques.* Note de M. J. **Meunier**, présentée par M. Maurice Lévy.

« L'inflammation déterminée en une partie d'un mélange d'air et de vapeur d'hydrocarbures ne peut se propager dans la masse entière que si ce mélange a été fait en de certaines proportions. Par suite, l'explosion du mélange ne peut avoir lieu qu'entre deux proportions limites de vapeur d'hydrocarbures, dites *limite supérieure* et *limite inférieure d'explosivité*.

» L'énergie explosive du mélange s'annulant à ces deux limites, il est clair qu'elle varie dans leur intervalle en passant par un maximum qui doit avoir lieu sans doute pour la proportion suivant laquelle la combinaison du combustible et de l'oxygène de l'air comburant se fait exactement, sans excès ni de l'un ni de l'autre.

» Le calcul de cette proportion, variable avec chaque hydrocarbure, étant la base théorique du présent Travail, je l'ai effectué en me servant des formules générales des hydrocarbures des principales séries organiques. J'ai été ainsi conduit à des résultats assez simples, même pour le cas où l'on envisage l'essence de pétrole usuelle, qui contient toujours un assez grand nombre d'hydrocarbures appartenant ordinairement à la même série organique.

Calcul de la quantité d'hydrocarbures qu'il faut mélanger a l'air pour que la combustion se fasse exactement.

» *Série saturée.* — La formule de combustion par l'oxygène des termes de cette série est $C^nH^{2n+2} + (3n+1)O = nCO + (n+1)H^2O$.

» Comme les volumes de matières considérées dans ces formules sont les volumes à l'état gazeux, C^nH^{2n+2} représente un volume moléculaire, soit $22^{\text{lit}},32$, tandis que O représente une demi-molécule d'oxygène, soit $11^{\text{lit}},16$. Dans la pratique, la combustion n'a pas lieu par l'oxygène pur, mais bien par l'air; le volume d'air équivalant à celui d'oxygène sera ce dernier multiplié par le coefficient $\frac{100}{21}$.

» En somme, pour brûler $21^{\text{lit}},32$ d'un hydrocarbure C^nH^{2n+2} à l'état de vapeur, il faudra le volume d'air donné par l'expression suivante :

$$(3n+1)\,11^{\text{lit}},16 \times \frac{100}{21} = 159^{\text{lit}},4\,n + 53^{\text{lit}},1.$$

» Plus la valeur de n est grande, c'est-à-dire plus la condensation de l'hydrocarbure est élevée, plus la quantité d'air nécessaire à la combustion est considérable.

» On est conduit à des rapports plus simples, en considérant les poids des matières réagissantes au lieu de leurs volumes. Le poids moléculaire d'un hydrocarbure $C^n H^{2n+2}$ est égal à $14n + 2$, puisque $C = 12$ et $H = 1$; par suite, le poids de l'air nécessaire à la combustion de cette quantité de matière est $(159,4n + 53,1)\,1^{gr},293$, et le poids x de l'hydrocarbure qui devra exister dans 100 parties d'un mélange combustible en proportions exactes s'établira par la proportion

$$\frac{14n+2}{14n+2+(159,4n+53,1)\,1^{gr},293} = \frac{x}{100},$$

d'où

$$x = \frac{1400n+200}{220n+70,66},$$

» Voici le Tableau des proportions de la combustion exacte pour les principaux hydrocarbures de la série saturée :

			Pour 100.
Méthane :	CH^4..............	$n = 1$	$x = 5,40$
Éthane :	C^2H^6..............	2	5,88
Propane :	C^3H^8..............	3	6,03
Butane :	C^4H^{10}.............	4	6,10
Pentane :	C^5H^{12}.............	5	6,15
Hexane :	C^6H^{14}.............	6	6,18
Heptane :	C^7H^{16}.............	7	6,21
Octane :	C^8H^{18}.............	8	6,23
Nonane :	C^9H^{20}.............	9	6,24
Décane :	$C^{10}H^{22}$............	10	6,25

» L'examen de ces chiffres montre que la proportion de la combustion exacte devient rapidement convergente à mesure que l'on s'élève dans la série. Si l'on suppose que $n = \infty$, c'est-à-dire que l'hydrocarbure est constitué par du cabone pur, $x = 63,6$ pour 100, et, en dehors des trois premiers termes, méthane, éthane, propane, qui ne se trouvent pas dans l'essence de pétrole, x varie de 6,10 à 6,25 pour 100; pratiquement, *on peut admettre la proportion de* 6,20 *pour* 100 *comme étant celle de la combustion exacte des carbures constituant l'essence de pétrole.*

» *Série éthylénique :* $C^n H^{2n}$. — Le volume d'oxygène nécessaire à la combustion des termes de cette série est : $nO^2 + \frac{2n}{2}O = 3nO$, et celui de l'air

$$3n \times 11^{lit},16 \times \frac{100}{21} = 159^{lit},4n.$$

» Le poids moléculaire des hydrocarbures étant représenté par $14n$, la propor-

tion x de la combustion exacte est

$$\frac{14n}{220n} = \frac{x}{100}, \qquad x = 6,36 \text{ pour } 100.$$

» Elle est donc identique pour tous les termes et égale à celle précédemment trouvée pour le carbone pur.

» *Série acétylénique :* C^nH^{2n-2}. — Dans cette série, l'exposant de l'hydrogène est semblable à celui de la série saturée, pourvu que l'on change le signe + de celle-ci en signe —; par suite,

$$x = \frac{1400n - 200}{220n - 70,66}.$$

» Pour l'acétylène C^2H^2, qui est le premier et le seul intéressant de la série, $x = 7,03$ pour 100.

» *Série benzénique :* $C^{2n}H^{n-6}$. — On a $x = \dfrac{1400n - 600}{220n - 212}$.

» Les deux termes intéressants de cette série sont la benzine et le toluène, pour lesquels les valeurs de x sont 7,04 et 6,93.

» J'ai reconnu que les vapeurs de benzine mélangées à l'air, même dans la proportion *optima* de 7 pour 100, ne s'allument pas à la température ordinaire, tandis que les vapeurs beaucoup plus lourdes des hydrocarbures appartenant à la série saturée s'enflamment à coup sûr. L'inflammation des vapeurs de benzine mélangées à l'air a lieu à une température plus élevée, comme le prouve l'emploi de ce carbure dans certains moteurs à allumage par incandescence. »

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Sur l'élimination des harmoniques des courants alternatifs industriels par l'emploi des condensateurs et sur l'intérêt de cette élimination au point de vue de la sécurité pour la vie humaine.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. Potier. (Extrait.)

« M. Pérot a présenté récemment (¹) à l'Académie une Note relative à l'emploi de moteurs synchrones à faible self-induction, dans le but important d'abaisser la tension des harmoniques aux bornes des alternateurs et de rapprocher les courbes pratiques de ces machines de la sinusoïde théorique.

» Je m'étais proposé, il y a quelque temps, d'arriver au même résultat par une méthode analogue reposant sur l'emploi des condensateurs.

» Soit un alternateur de self-induction L, de résistance R, fournissant une force électromotrice affectée de différentes harmoniques. Parmi

(¹) *Comptes rendus*, 6 août 1900, p. 377.

celles-ci, considérons-en une e_n, où

$$e_n = E_n \sin n\omega t$$

et proposons-nous d'atténuer la valeur de la différence du potentiel en $n\omega$ aux bornes de l'alternateur. Sur cet alternateur, supposé séparé du circuit extérieur, branchons un ensemble comportant une self-induction L′, une résistance R′ et une capacité C′.

» La différence de potentiel aux bornes de l'alternateur, afférente à cette harmonique, est donnée par la formule

$$e'_n = E_n \sqrt{\frac{R'^2 + \left(n\omega L' - \frac{1}{n\omega C'}\right)}{(R+R')^2 + \left[n\omega(L+L') - \frac{1}{n\omega C'}\right]^2}} \sin(n\omega t - \varphi_1),$$

et si $n\omega L' = \frac{1}{n\omega C'}$, c'est-à-dire si le circuit dérivé *résone* pour la fréquence $n\omega$,

$$e'_n = E_n \frac{R'}{\sqrt{(R+R')^2 + (n\omega L)^2}} \sin(n\omega t - \varphi_1).$$

» A la condition de prendre R′ petit, on pourrait donc réduire e'_n dans telle mesure qu'on voudrait et l'alternateur, couplé dans ces conditions sur le circuit extérieur, y débiterait un courant sensiblement exempt de l'harmonique en $n\omega t$.

» On conçoit, au surplus, que le circuit résonant n'affecterait sensiblement que l'harmonique à laquelle il serait destiné et, au contraire, très peu la force électromotrice fondamentale, malgré la plus grande amplitude de celle-ci; d'une part, en effet, la résistance opposée par ce circuit au courant en ωt serait très grande; d'autre part, la résistance apparente de l'induit de l'alternateur à ce même courant serait, au contraire, beaucoup plus faible, soit ωL au lieu de $n\omega L$.

» Pour détruire les différentes harmoniques dangereuses, il faudrait évidemment autant de circuits résonants que d'harmoniques, soit deux ou trois en pratique; c'est là une infériorité par rapport à la méthode de M. Pérot. Par contre, les condensateurs sont des appareils *inertes* et leur emploi ne risquerait pas d'introduire dans la courbe du courant de nouvelles harmoniques.

» J'ai, avec l'assentiment de M. Lauriol, ingénieur de la Ville de Paris,

effectué sur ce sujet quelques expériences sur le réseau alternatif de l'Usine des Halles. Je n'ai pu arriver à des résultats satisfaisants par suite de la rupture constante des condensateurs employés, et c'est ce qui m'avait déterminé à passer ces essais sous silence. Les expériences de M. Pérot et l'espoir que l'on peut maintenant concevoir d'être mis en possession de condensateurs véritablement industriels, grâce aux remarquables travaux de M. le professeur Lombardi, m'ont engagé à signaler cette nouvelle méthode, pour laquelle de faibles capacités, peu coûteuses et constituant des appareils inertes, seraient suffisantes.

» Je crois utile de rappeler que l'un des éléments d'intérêt de la régularisation des courbes des alternateurs résiderait dans la possibilité de diminuer notablement le danger des installations à courant alternatif pour la vie humaine,

» Dans une précédente Note [1], j'ai fait remarquer, en effet, qu'une cause fréquente des accidents mortels dus aux courants alternatifs consiste dans le contact du corps des victimes avec *un seul* des pôles de l'installation, le circuit se trouvant fermé par la terre et la capacité du ou des câbles opposés par rapport à la terre. D'où la possibilité que j'avais signalée de supprimer cette cause d'accident en neutralisant cette capacité par rapport à la terre à l'aide de self-inductions convenables. Malheureusement, une telle neutralisation n'est parfaite qu'au cas où le courant est rigoureusement sinusoïdal, et comme il n'en est pas ainsi dans la pratique, je n'ai pu arriver par ce procédé qu'à une amélioration déjà intéressante, mais encore insuffisante, soit à la multiplication par 5 ou 6 de l'isolement apparent en marche dans le cas d'alternateurs Ferranti.

» Or on conçoit que l'efficacité du système serait considérablement augmentée s'il était complété par l'épuration préalable de la différence de potentiel aux bornes par le procédé que je viens d'indiquer ou tel autre analogue.

» A l'aide de moyens peu coûteux il serait possible de relever suffisamment les valeurs de l'isolement en marche pour diminuer beaucoup la proportion des accidents mortels entraînés par des installations dont le nombre croît chaque jour d'une façon si rapide. »

---

(1) *Comptes rendus*, 20 novembre 1893, p. 689.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les réactions accessoires de l'électrolyse.* Note de M. **A. Brochet**, présentée par M. H. Moissan [1].

« Lorsque, après l'électrolyse d'une solution concentrée d'hypochlorite de sodium, on dose la quantité de ce sel restant en solution, on remarque que la quantité disparue ne correspond nullement à celle calculée en tenant compte, d'une part, de la réduction cathodique qui transforme l'hypochlorite en chlorure et, d'autre part, de l'oxydation anodique qui le transforme en chlorate.

» Il est donc disparu beaucoup plus d'hypochlorite que ne permet de le prévoir la théorie. L'inverse a lieu pour le chlorate, qui est obtenu en plus grande abondance qu'on ne pouvait le présumer.

» Il y a donc là un fait paraissant, *a priori*, en désaccord avec la loi de Faraday, mais qui résulte simplement d'une action indépendante de l'action électrolytique, bien qu'étant provoquée par elle.

» Ce fait est constant dans toutes les électrolyses d'hypochlorite; je ne crois pas qu'aucun analogue ait encore été signalé. Je propose de donner aux réactions de ce genre le nom de *reactions accessoires de l'électrolyse*.

» *Importance des réactions accessoires de l'électrolyse*. — Dans le cas qui nous intéresse cette importance est considérable : c'est ainsi qu'avec 200^{cc} d'une solution d'hypochlorite de soude marquant 44° chlorométriques la perte en hypochlorite pendant quatre heures, avec une intensité de 2 ampères correspondant à une densité de courant de $0^{amp},045$ par centimètre carré, dépassa de 25 pour 100 la quantité calculée. Dans un autre essai fait dans les mêmes conditions avec une solution marquant 35°, la perte fut de 54 pour 100 pendant la première heure et 25 pour 100 pendant la seconde.

» Cette réaction accessoire est donc d'autant plus considérable que la teneur en hypochlorite est plus élevée; elle n'est pas influencée par l'addition de chromate et ne l'est que peu par addition d'alcali, cependant lorsque l'on diminue la teneur en alcali et que celle-ci tend vers 0, la réaction accessoire s'accentue et se fait sentir même lorsque le courant ne passe plus : elle devient alors la réaction chimique normale, on peut facilement de ce fait en déduire la théorie.

---

[1] École de Physique et de Chimie industrielles. Laboratoire d'Électrochimie.

» *Théorie de la réaction accessoire de l'électrolyse dans le cas des hypochlorites.* — On sait que les hypochlorites sont relativement stables en milieu alcalin, mais au contraire en milieu acide ou en présence d'un excès de chlore, ils se transforment en chlorate et chlorure; la réaction peut même être accompagnée d'un dégagement d'oxygène. Fœrster et Jorre ont établi que cette oxydation avait lieu sous l'influence de l'acide hypochloreux, qui oxydait les hypochlorites et les chlorures (*Journ. prakt. Chem.*, p. 53; 1899). J'ai indiqué, dans un Travail récent (*Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. XXIII, p. 209) qu'il devait plutôt y avoir une auto-oxydation de l'acide hypochloreux, ainsi que semblent le montrer des recherches que je poursuis à ce sujet; d'autre part, il est connu que les solutions d'acide hypochloreux se décomposent d'autant plus rapidement qu'elles sont plus concentrées; au cours des mêmes recherches, j'ai remarqué que, dans certains cas, la transformation de l'acide hypochloreux en acide chlorique est tellement rapide qu'il est impossible de suivre par le dosage la vitesse de la réaction.

» C'est la raison de cette *réaction accessoire*.

» Par suite des actions chimiques qui se passent pendant l'électrolyse d'un hypochlorite, *le voisinage immédiat de l'anode est toujours acide;* il en résulte que, à côté de l'acide hypochloreux transformé en acide chlorique par voie électrochimique et proportionnellement à la quantité d'électricité, une partie de cet acide hypochloreux très concentré, étant donnée la teneur en hypochlorite, se transforme spontanément, par auto-oxydation directe, en acide chlorique. Une partie plus ou moins grande, suivant les conditions, donne de l'oxygène comme dans la décomposition spontanée des solutions d'acide hypochloreux et d'hypochlorite.

» Cette théorie s'applique également en milieu très alcalin; en effet, quel que soit l'état d'alcalinité ou d'acidité du milieu, on peut toujours admettre que, dans l'électrolyse des sels, sauf le cas de produits obtenus complètement insolubles, le voisinage immédiat de l'anode sera toujours acide, et celui de la cathode toujours alcalin.

» Il serait intéressant de voir comment se comporte la *réaction accessoire* lorsque la teneur en hypochlorite baisse. Malheureusement, à ce moment les valeurs pour l'oxydation et la réduction sont très variables et rendent les calculs très laborieux et presque impossibles. Dans le but de les simplifier, j'avais pensé supprimer un des facteurs, celui de la réduction par l'emploi de chromate, mais étant donnée la grande concentration de l'hypochlorite, la réduction n'est jamais nulle, de sorte que les calculs

sont au contraire plus compliqués, car on n'a pas au début une période constante pendant un temps assez long (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 340).

» *Conséquences des réactions accessoires de l'électrolyse*. — On sait que lorsqu'on électrolyse une solution de chlorure, la teneur limite de l'hypochlorite, par suite de sa réduction et de son oxydation, est de $12^{gr},7$ de chlore actif par litre. J'ai montré que, si l'on supprime la réduction, cette teneur limite atteint $23^{gr},5$. Il y a lieu de se demander si cette limite est bien due uniquement à l'oxydation de l'hypochlorite et si la réaction accessoire n'en serait pas la vraie cause. Comme nous venons de le voir, étant donnée la difficulté de suivre la réaction accessoire dans le cas d'hypochlorite à faible teneur, la question ne peut être tranchée actuellement.

» En tout cas il est certain que, si la limite est bien due uniquement à l'oxydation de l'hypochlorite, il est inutile de chercher à supprimer cette oxydation pour avoir des hypochlorites à titre élevé, comme je l'avais indiqué, car on serait bientôt arrêté à nouveau par la limite due à la réaction accessoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide isopyrotritarique, un nouveau produit pyrogéné de l'acide tartrique* [1]. Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note antérieure j'ai indiqué la production accessoire, dans la calcination de l'acide tartrique, d'un acide isomère de l'acide pyrotritarique $C^7H^8O^3$ de Wislicenus et Stadnicki, mais distinct de celui-ci. Je le désignerai provisoirement sous le nom d'*acide isopyrotritarique*.

» Cet acide possède une propriété tout à fait caractéristique que ne possède aucun des autres composés qui se forment dans la même réaction. En solution dans l'eau ou dans un solvant organique, il fournit avec les sels ferriques, en particulier avec le chlorure, une coloration violette extrêmement intense rappelant par sa teinte celle du permanganate de potassium.

» I. Cette réaction colorée a tous les caractères qui appartiennent à celle que produit, dans les mêmes circonstances, l'acide salicylique :

» 1° Elle est très stable : elle n'est modifiée ni par le temps, ni par la chaleur.

» 2° Elle disparaît par addition de quelques gouttes d'un acide concen-

---

(1) Travail du laboratoire de Chimie de l'École Normale.

tré, mais reparaît par addition d'eau si l'on n'a pas exagéré la dose d'acide.

» 3° Les alcalis étendus déterminent un virage vers le rouge orangé; employés en excès, ils précipitent l'hydrate ferrique. Inversement l'addition d'un acide étendu produit la dissolution de la rouille, puis le virage du rouge orangé au violet, et enfin un excès d'acide produit la décoloration.

» Ces variations de couleur sont dues à une combinaison ferrique que j'ai pu isoler à l'état cristallisé de la manière suivante :

» On fait digérer de l'hydrate ferrique précipité et bien lavé avec une solution aqueuse saturée et chaude de l'acide; la solution rouge brun ainsi obtenue est desséchée dans le vide, sous une cloche, avec de l'acide sulfurique : elle abandonne de petits cristaux rouge foncé ayant la composition d'un isopyrotritarate ferrique

$$(C^7H^7O^3)^3Fe.2H^2O.$$

Ce sel se dissout dans l'eau en lui communiquant une teinte rouge franc. Il constitue un indicateur très sensible pour l'acidimétrie. Le virage du violet rose au jaune est très net et s'observe avec précision dans les deux sens. Les résultats comparatifs faits avec cette substance et la phtaléine du phénol ont été très satisfaisants. Je dois d'ailleurs mentionner que l'on a récemment proposé l'emploi du salicylate ferrique comme indicateur (*Ann. de Ch. analyt.*, juillet 1900).

» II. Cette réaction pourrait faire confondre l'acide isopyrotritarique avec l'acide salicylique [1]; mais, tandis que le premier ne modifie pas la teinte de son sel ferrique, l'acide salicylique produit le virage violet. Comme le salicylate de sodium est neutre à ce réactif, on peut même doser très exactement, comme je l'ai vérifié, l'acide salicylique en solution aqueuse en se servant de l'isopyrotritarate de fer comme indicateur.

» III. A un autre point de vue, l'acide isopyrotritarique pourrait être utilisé comme *réactif des sels ferriques;* cette réaction permet d'en déceler $\frac{1}{100000}$ pourvu qu'ils soient en solution sensiblement neutre. Cette sensibilité est de l'ordre de celles que l'on peut espérer de l'emploi du ferrocyanure ou du sulfocyanure de potassium.

» IV. Le sel de potassium de l'acide isopyrotritarique présente la même réaction, mais elle disparaît dans le produit d'addition bromé, ainsi que dans celui qui résulte de l'oxydation par le permanganate.

---

(1) On a déjà signalé à plusieurs reprises l'existence, dans certains vins naturels, d'un produit susceptible d'être confondu, par sa réaction ferrique, avec l'acide salicylique; il est possible que ce produit soit l'acide isopyrotritarique [voir *Sur une cause d'erreur dans la recherche de l'acide salicylique dans les vins portugais* (A.-J. Ferreira de Silva, *Bull. Soc. chim.*, t. XXIII, p. 795; 5 octobre 1900)].

» L'acide *pyrotritarique*, ainsi que les acides du groupe du furfurane d'où il peut dériver (acide et éther carbopyrotritariques, acide méthronique), que j'ai préparés dans ce but, ne se colorent pas sous l'action du perchlorure de fer.

» L'acide *pyrotartrique* ne donne pas non plus de coloration, mais le pyrotartrate diéthylique que l'on retire, comme je l'ai indiqué dans une Note précédente, des résidus de distillation de l'acide tartrique, se colore en violet foncé. Il est souillé d'acide isopyrotritarique ou de son éther, et il est impossible d'obtenir par des distillations répétées sous pression réduite la disparition de ce caractère. On y arrive, au contraire, très aisément en faisant digérer l'éther avec un peu de chlorure ferrique en solution aqueuse, et lavant ensuite à l'eau pour éliminer le sel minéral.

» L'acide *pyruvique pur* ne donne rien de semblable, il jaunit un peu; mais les échantillons commerciaux que j'ai eus entre les mains donnaient, avec le chlorure ferrique, une coloration rose violacé plus ou moins intense; l'acide pyruvique est donc généralement souillé de l'acide isopyrotritarique.

» Celui-ci en résulte, d'ailleurs, par une réaction correspondant à l'équation

$$3C^3H^4O^3 = C^7H^8O^3 + 2CO^2 + 2H^2O.$$

» Chauffé, en effet, quelques instants à l'ébullition, l'acide pyruvique fournit ensuite, avec un sel ferrique, une coloration rouge foncé qu'une goutte d'acide minéral fait virer au violet.

» Un échantillon d'acide pyruvique absolument pur a été maintenu quelque temps à l'ébullition au réfrigérant ascendant, puis distillé sans précautions sous la pression ordinaire. Les dernières portions qui distillent alors que, dans la cornue, le résidu commence à se carboniser, donnent très nettement la coloration violette avec les caractères que je lui ai reconnus. Cette observation me conduira, sans doute, à trouver une préparation plus avantageuse du nouvel acide pour pouvoir en continuer l'étude.

» V. Quoiqu'il paraisse prématuré d'attribuer à cet acide une constitution déterminée, les faits énoncés dans cette Note et dans la précédente établissent, avec l'acide salicylique, une certaine analogie qui me porte à le considérer comme un acide dihydrooxybenzoïque $C^6H^4H^2(OH)CO^2H$. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la morphologie de l'appareil respiratoire de la larve et de la nymphe du* Bruchus ornatus *Böhm.* (1). Note de M. **L.-G. Seurat**, présentée par M. Edmond Perrier (2).

« L'appareil respiratoire de la larve du *Bruchus ornatus* Böhm. comprend essentiellement deux troncs longitudinaux latéraux, s'étendant depuis la

(1) *Mylabris ornata* Böhm. (F. Baudi, *Deutsche entom. Zeitschrift*, 2e série, t. XXXI, p. 35).

(2) Travail fait au Muséum.

région antérieure du prothorax, où ils sont unis par un demi-anneau latéro-ventral naissant au niveau de l'insertion de la première branche stigmatique, et un demi-anneau dorsal naissant un peu en arrière, jusque dans la région antérieure du septième segment abdominal (dixième segment du corps), où ils présentent une anastomose latéro-dorsale formée par les rameaux latéro-dorsaux de ce segment. Ces troncs latéraux, plus courts que chez les Curculionides, sont en rapport avec l'extérieur par neuf paires de stigmates situés, ceux de la première paire sur les flancs du prothorax, dans sa région tout à fait postérieure, les autres sur les flancs des huit premiers segments abdominaux. La première branche stigmatique naît sur le tronc latéral, au niveau de l'insertion du demi-anneau ventral; en ce point prennent également naissance un rameau latéro-dorsal et un rameau latéro-ventral superficiel; ce dernier se divise, à peu de distance de son point d'origine, en deux branches qui rejoignent, à la face ventrale du pro- et du mésothorax, celles du côté opposé, en formant deux anastomoses transversales. Un rameau latéro-ventral superficiel naît au niveau du métathorax, formant par sa réunion à celui du côté opposé une troisième anastomose transversale métathoracique. Les rameaux latéro-ventraux superficiels des sept premiers segments abdominaux se réunissent également à ceux du côté opposé, et forment des anastomoses transversales dans chacun de ces segments. Il n'y a pas d'anastomoses entre deux rameaux consécutifs, sauf les trois premiers, qui sont unis par un double filet dessinant un ∞.

» Le maximum de l'activité respiratoire, lequel existe chez les larves des Curculionides au niveau du prothorax, se trouve, dans la larve du *Bruchus*, au niveau du premier segment abdominal; le rameau latéro-dorsal naissant à ce niveau a une grande importance physiologique : sitôt sa naissance, il se divise en deux branches profondes et une superficielle; l'une des branches profondes se dirige obliquement vers la région dorsale du thorax et après un certain parcours se dilate en une énorme vésicule aérifère ellipsoïdale, située dorsalement, puis se ramifie un grand nombre de fois au sortir de cette vésicule; l'autre branche profonde remonte vers la région dorsale du premier segment abdominal et se dilate également en une ampoule aérifère de même forme et de même volume que la précédente. Le rameau superficiel se ramifie sur les faces latéro-dorsales du corps; il est uni à celui du segment suivant par une anastomose latérale. La seconde branche stigmatique naît sur le rameau latéro-ventral, à peu de distance de l'origine de celui-ci; le tronc profond du rameau latéro-ventral du premier

segment abdominal est dilaté en ampoule sur son trajet. L'existence de trois paires de réservoirs aériens en communication avec l'extérieur par la seconde paire de stigmates indique l'importance fonctionnelle de ces derniers. Il existe une quatrième paire d'ampoules trachéennes, situées dans la région dorsale du second segment abdominal et formées par une dilatation des branches profondes des rameaux latéro-dorsaux de ce segment.

» Les troisième, quatrième, ..., huitième paires de branches stigmatiques prennent naissance directement sur les troncs latéraux, au niveau de l'insertion des rameaux latéro-ventraux, un peu en avant de celle des rameaux latéro-dorsaux. Ces derniers sont unis, à quelque distance de leur origine, chacun à chacun et de chaque côté du corps par une anastomose latérale; les rameaux latéro-dorsaux du septième segment abdominal se réunissent en outre à la face dorsale du corps par un filet transversal, comme nous l'avons indiqué au début de cette Note.

» Les stigmates de la neuvième paire sont en rapport avec les troncs longitudinaux latéraux par une paire de branches stigmatiques extrêmement longues, contournées, traversant le onzième et le dixième segments et allant s'insérer très en avant de la huitième paire de branches stigmatiques, dans la région postérieure du neuvième segment du corps; cette insertion anormale est due à ce fait que les troncs latéraux ne se continuent pas au delà du dixième segment; l'extrême longueur des branches stigmatiques de la neuvième paire est une des particularités les plus intéressantes à signaler de l'appareil respiratoire de la larve du *Bruchus*.

» *Appareil respiratoire de la nymphe*. — Des modifications assez importantes se sont produites au moment de la nymphose : les branches stigmatiques de la neuvième paire se détachent des troncs latéraux, laissant une cicatrice sur ceux-ci, et sont rejetées lors de la mue nymphale; il n'existe plus chez la nymphe que huit paires de branches stigmatiques et huit paires de stigmates, ceux de la huitième paire étant extrêmement petits; les stigmates de la seconde paire sont situés sur le segment médiaire.

» Les ampoules trachéennes signalées chez la larve ont disparu; les filets trachéens des antennes seuls présentent de légères dilatations. Les autres particularités signalées chez la larve se retrouvent chez la nymphe.

» La larve et la nymphe du *Bruchus ornatus* présentent dans la morphologie de l'appareil respiratoire un certain nombre de particularités qui les distinguent très nettement de celles des Curculionides : ce sont la forme arrondie des stigmates, qui sont en même nombre et placés de la même façon que chez les Curculionides; l'existence d'un anneau prothoracique

complet réunissant les troncs latéraux; celle de dix anastomoses transversales latéro-ventrales, dont trois thoraciques; les anastomoses latérales des troncs latéro-dorsaux abdominaux (chez les Curculionides, ce sont les troncs latéro-ventraux qui présentent ces anastomoses); et enfin la longueur moins grande des troncs longitudinaux latéraux, qui, chez les Curculionides, se continuent jusque dans la région antérieure du onzième segment du corps. Les différences sont encore plus accentuées si l'on ne considère que les larves : les larves des Curculionides (*Calandra oryzœ* L., *Baridius chlorizans* Germ.) n'ont pas de trachées dilatées en ampoule, et les troncs stigmatiques de la neuvième paire ont une origine normale. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Du ferment protéolytique des graines en germination* (¹). Note de M. **V. Harlay**, présentée par M. Guignard.

« Des recherches antérieures sur les ferments protéolytiques (²), entreprises en vue de trouver une réaction simple permettant de distinguer les produits de l'action de ces divers ferments, m'ont amené aux résultats suivants : Parmi les produits de digestion pepsique des albuminoïdes vrais se trouve un chromogène qui, par addition d'une solution de tyrosinase (macération glycérinée de *Russula delica*), se colore en rouge, puis définitivement en vert. La matière verte produite (vert pepsique), précipitable par saturation du liquide par le sulfate d'ammoniaque, est soluble dans l'eau, l'alcool faible et l'acide acétique, en donnant des solutions vertes avec fluorescence rouge. Elle vire au rouge par les alcalis, et redevient verte par les acides. D'autre part, le chromogène verdissant est susceptible d'être digéré par la trypsine avec formation de tyrosine. Les digestions déterminées par la papaïne donnent naissance au même chromogène. Il en est de même si l'on s'adresse aux digestions déterminées par le ferment protéolytique du figuier.

» Par contre, la trypsine, produisant abondamment, par digestion des albuminoïdes, de la tyrosine, les liquides de digestion deviennent, sous l'influence de la tyrosinase, rouges, puis noirs, et la matière noire, précipitée par le sulfate d'ammoniaque, est insoluble dans l'acide acétique. La même

---

(¹) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Bourquelot.

(²) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1899, 1900. — *De l'application de la tyrosinase à l'étude des ferments protéolytiques* (*Thèse*, Paris, 1900).

réaction colorée se produit dans le cas de digestion par les ferments protéolytiques des Champignons ([1]).

» D'après ces quelques faits, j'avais pensé que, en mettant de côté toutes différences relatives aux conditions d'action des ferments protéolytiques (influence de la chaleur, température optimale, température de destruction, influence de la réaction du milieu, ...), on pouvait admettre que les ferments protéolytiques végétaux capables, comme la pepsine animale, de donner naissance au chromogène verdissant, existent chez certaines phanérogames adultes, tandis que des ferments capables, comme la trypsine animale, de produire abondamment de la tyrosine existent surtout chez certains végétaux à croissance rapide, comme sont les Champignons. Par analogie, on pouvait supposer que les ferments protéolytiques des graines en germination, dont la vie est active au plus haut point, sont, eux aussi, analogues à la trypsine et produisent de la tyrosine.

» Je me suis adressé aux lentilles en germination et j'ai cherché à y déceler la présence d'un ferment protéolytique, et la présence de tyrosine dans les produits des digestions déterminées par ce ferment.

» Dans une première série d'expériences, des lentilles, ramollies dans l'eau, furent mises à germer dans l'étuve à 30°; après deux jours de germination, aucune moisissure ne s'étant d'ailleurs développée, les radicules avaient atteint une longueur moyenne de 1^{cm}, et la gemmule s'était dégagée des cotylédons. 250^{gr} de ces jeunes plantes furent broyés avec 500^{cc} d'eau chloroformée, et le liquide fut filtré après contact d'une demi-heure. Ce liquide ne donnait aucune réaction avec la tyrosinase. On mit digérer deux jours à 30° les trois mélanges suivants, dans des vases bien bouchés :

I.		II.	
Liquide	50^{cc}	Eau distillée chloroformée	50^{cc}
Caséine en poudre	2^{gr}	Caséine	2^{gr}
Chloroforme	30 gouttes	Chloroforme	30 gouttes

III.	
Liquide	50^{cc}
Chloroforme	30 gouttes

» La caséine non digérée, recueillie sur un filtre, lavée, séchée, pesait : (I) $1^{gr},669$, (II) $1^{gr},733$. Une digestion semblait donc avoir eu lieu en I, et d'ailleurs le liquide I prenait, par addition de tyrosinase, la même couleur rouge, puis brune, que l'on obtient avec les solutions diluées de tyrosine; le liquide II n'éprouvait aucune modifi-

([1]) E. Bourquelot et H. Hérissey, *Sur la présence d'un ferment soluble protéohydrolytique dans les Champignons* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6e série, t. VIII, p. 448; 1898).

cation, et avec le liquide III il se produisait un changement de teinte à peine sensible.

» Dans une deuxième série d'essais, les lentilles furent mises à germer pendant trois jours et demi. La longueur des radicules était de $2^{cm},5$, la tigelle à peine développée, la gemmule dégagée des cotylédons. Le liquide fermentaire, préparé de même que précédemment, contenait $0^{gr},208$ d'albuminoïdes coagulables par 50^{cc}. Les mélanges suivants, préparés dans des vases bien bouchés, furent abandonnés quinze jours à une température de 25° à 30° :

I.	
Liquide	50^{cc}
Caséine	2^{gr}
Chloroforme	30 gouttes

II.	
Liquide (bouilli, non filtré)	50^{cc}
Caséine	2^{gr}
Chloroforme	30 gouttes

III.	
Eau distillée chloroformée	50^{cc}
Caséine	2^{gr}
Chloroforme	30 gouttes

IV.	
Liquide	50^{cc}
Chloroforme	30 gouttes

» A la fin de l'opération, on recueillit sur filtres les quantités suivantes de substances :

I.	II.	III.	IV.
$1^{gr},278$	$1^{gr},825$	$1^{gr},682$	$0^{gr},083$

» Or, du résidu II, si l'on retranche les albuminoïdes végétaux coagulés ($0^{gr},208$), il reste $1^{gr},617$ de caséine non dissoute. On voit donc que d'une part le liquide, indépendamment de toute action fermentaire, a eu une action dissolvante sur la caséine (comparer avec le résidu III). D'autre part, le résidu I, diminué de la quantité de dyspeptone formée (0,083) dans les 50^{cc} de liquide au cours de l'opération, correspond à $1^{gr},195$ de caséine non digérée, soit $1,617 - 1,195 = 0^{gr},422$ de caséine digérée. L'existence d'un ferment protéolytique, ainsi démontrée, l'est encore par ce fait que, dans le liquide IV, la proportion d'albuminoïdes coagulables s'est abaissée de $0^{gr},208$ à $0^{gr},098$ par 50^{cc}.

» De plus, si l'on soumet à l'action de la tyrosinase les liquides précédents, on constate que le liquide III reste incolore; I et IV se colorent rapidement en rouge, puis deviennent bruns, I se fonçant beaucoup plus que IV. Le liquide II se colore, mais bien plus faiblement que IV. D'où l'on peut conclure que de la tyrosine existait déjà dans la plante au moment de l'expérience, et qu'il s'en est formé d'autre part pendant la digestion, soit aux dépens des albuminoïdes végétaux (liquide IV), soit aussi aux dépens de la caséine (liquide I). La présence de la tyrosine en I était d'ailleurs confirmée par la réaction concomitante du tryptophane : en ajoutant avec précaution au liquide bouilli et filtré de l'eau de brome très diluée, il se formait une coloration rose très nette, puis un faible précipité violet sombre.

» Le ferment protéolytique des lentilles en germination est donc analogue à la trypsine animale, quant aux substances auxquelles il donne naissance par digestion, résultat auquel étaient arrivés par une autre mé-

thode, pour l'orge germée, MM. Fernbach et Hubert [1]. Il en est probablement de même pour toutes les graines en germination.

» J'indiquerai pour exemple qu'une solution du ferment extrait des embryons de caroubier germés, mise onze mois, en milieu très légèrement alcalin et en présence d'un excès de chloroforme, en contact d'une part avec de la caséine végétale (conglutine), d'autre part avec les matières albuminoïdes retirées des embryons de caroubier, se colorait dans les deux cas en rouge, puis en brun noir, par la tyrosinase. Pour les lentilles et pour les graines de caroubier, l'absence de matière analogue au vert pepsique fut constatée, dans les liquides colorés, en précipitant ceux-ci par le sulfate d'ammoniaque et en traitant le précipité par l'acide acétique, à chaud; on n'obtint aucune solution verte ni fluorescente. Les ferments protéolytiques des graines en germination paraissent donc bien être analogues à ceux des Champignons. »

BOTANIQUE. — *Sur les tuberculisations précoces chez les végétaux.* Note de M. **Noel Bernard**, présentée par M. G. Bonnier.

« On sait qu'un grand nombre de plantes supérieures vivent en symbiose avec des Bactéries ou des Champignons. La présence de ces organismes est souvent reconnaissable extérieurement par des caractères morphologiques spéciaux. C'est le cas pour les Légumineuses, dont les racines infestées par un bacille produisent les nodosités depuis longtemps connues; c'est le cas aussi pour les arbres forestiers, dont les racines doivent au mycélium qui les entoure étroitement l'aspect *coralloïde* si spécial que Frank a signalé. Je me suis demandé si des déformations morphologiques particulières existaient aussi *pour les plantes infestées par des Champignons endophytes,* et je donnerai ici quelques-unes des raisons qui m'ont amené à croire, dans ce cas, à la généralité et à l'importance de semblables déformations.

» Au cours des recherches que je poursuis à ce sujet, j'ai été amené à faire une distinction [2] que je rappelle ici : un grand nombre de plantes à Champignons endophytes peuvent germer et prendre un développement notable sans être infestées par ces Champignons; les Lycopodiacées, les Ophioglossées et les Orchidées, au contraire, sont normalement infestées

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1783; 1900.

[2] *Sur la germination du* Neottia Nidus avis (*Comptes rendus*, 15 mai 1899). — *Sur quelques germinations difficiles* (*Revue générale de Bot.*, t. XII; 1900).

d'une façon très précoce; la culture de ces plantes, à partir de semis, n'a pu être réalisée que pour certaines d'entre elles et *dans des conditions permettant l'établissement de la symbiose dès le début du développement*. Au cours de leur évolution, ces plantes sont donc *constamment infestées* et elles forment, par ce degré de perfection de la symbiose, un groupe biologique aussi nettement distinct que celui des Lichens. E. Stahl ([1]) étant arrivé, à cet égard, aux mêmes conclusions que moi, je n'y reviendrai pas ici. Je ferai seulement remarquer que, d'une part, il est pratiquement impossible, dans ce cas, de faire des cultures comparatives entre plantes infestées et plantes non infestées, pour constater par différence quels sont les caractères morphologiques attribuables à l'infection; mais que, d'autre part, si de tels caractères existent, on doit s'attendre à les trouver avec leur maximum de netteté dans ce groupe biologique remarquable par le degré extrême de la symbiose. Or, les végétaux de ce groupe présentent en commun un certain nombre de caractères morphologiques très spéciaux qui sont d'autant plus frappants et faciles à apprécier qu'il s'agit ici de trois familles naturelles très éloignées les unes des autres, classées dans deux embranchements différents du règne végétal. De semblables caractères de convergence doivent, selon toute vraisemblance, être considérés comme dus à l'infection; je me propose ici d'attirer l'attention sur l'un d'eux : la tuberculisation précoce de ces végétaux.

» Dans tous les cas d'infection précoce, qu'il s'agisse de spores, d'œufs ou de graines, il y a dès le début du développement formation d'un tubercule dont la différenciation histologique est faible ou nulle. Ces formes tuberculeuses, longtemps persistantes dans la suite du développement, sont des productions tout à fait aberrantes et spéciales par rapport aux autres formes de tous les jeunes végétaux. Treub a donné depuis longtemps un exemple de ces formes remarquables à propos du *Lycopodium cernuum*. Dans cette espèce, le prothalle et la plantule présentent une ressemblance frappante, surtout si l'on envisage les différences ordinairement si tranchées qui existent entre la jeune génération asexuée et la génération sexuée chez les Cryptogames vasculaires. Cherchant un terme de comparaison convenable à ces formes aberrantes, Treub ne le trouve que dans les jeunes plantules d'Orchidées, famille si éloignée, à tout autre point de vue, des Lycopodiacées. Les observations publiées depuis les mémoires de Treub, en particulier par Bruchmann sur les prothalles de Lycopodiacées, et l'étude que j'ai faite du développement de certaines Orchidées, me permettent d'apprécier la généralité de semblables convergences, que je ne puis qu'indiquer sommairement ici. La plupart des plantules tuberculeuses d'Orchidées (en particulier les *Bletia* et les *Lælia*, d'après mes observations) se rapportent au type

([1]) *Der Sinn der Mycorhizenbildung* (*Pringsheim Jahrb.*, Bd. XXXIV; 1900).

du *Lycopodium cernuum*. Les embryons tuberculeux et sans chlorophylle de *Neottia Nidus avis* se rapprochent plus étroitement des prothalles tuberculeux et sans chlorophylle du *Lycopodium complanatum*. Les prothalles d'Ophioglossées, pour ce qu'on en connaît, se rapportent aussi à ce type.

» Un autre fait remarquable est que ces formes tuberculeuses, normales au début du développement, se retrouvent dans un assez grand nombre de cas chez les plantes adultes *avec des caractères comparables*. C'est ce qu'on observe pour les végétaux du groupe étudié ici qui se multiplient par tubercules.

» Le *Lycopodium cernuum*, comme l'a indiqué Treub, se multiplie ainsi par tubercules semblables aux tubercules embryonnaires. Une autre Lycopodiacée tuberculeuse, le *Phylloglossum Drummondii*, garde d'une façon permanente, comme l'ont fait remarquer Bower et Bertrand, une forme comparable à celle du jeune *Lycopodium cernuum*. Les Ophrydées présentent aussi, à ce point de vue, un cas intéressant : on sait en effet que chez ces plantes, le tubercule apparu au début du développement produit un tubercule semblable à lui. Cette production de tubercules nouveaux, qui se continue pendant tout le cours de la vie de la plante, peut être considérée comme la persistance à l'état adulte d'un caractère embryonnaire.

» Ces faits permettent de se demander si certaines formes tuberculeuses *se produisant à l'état adulte* chez des plantes à Champignons endophytes ne doivent pas être considérées aussi comme une conséquence de l'infection.

» Ces exemples, tirés de la Biologie comparée, n'ont de valeur que si, dans tous les cas, l'infection accompagne des déformations morphologiquement comparables à celles dont il vient d'être question. Or les tubercules des Ophrydées sont, comme on sait, des productions de nature très spéciale; au point de vue morphologique, on ne leur compare que les tubercules de la Ficaire (Renonculacées). Il m'a donc paru intéressant de faire une étude attentive de ce cas. Pour un grand nombre de pieds de Ficaire examinés au printemps, j'ai toujours trouvé les radicelles infestées par un endophyte. Sur ces radicelles, laissées à l'humidité en boîtes de Petri stériles, il se développe un champignon à spores du type *Fusarium* dont j'ai pu obtenir de nombreuses cultures pures. L'infection accompagne donc encore, dans ce cas, la tuberculisation. Je ferai remarquer, de plus, que ce sont aussi des *Nectria* à spores *Fusarium* que Wahrlich a montré être les endophytes normaux des Orchidées. Treub, pour les Lycopodiacées qu'il a étudiées, Dangeard, pour le *Tmesipteris Vieillardii*, ont admis que les endophytes étaient des Ascomycètes voisins de ceux décrits par Wahrlich. Le Champignon endophyte de l'*Ophioglossum vulgatum*, dont j'ai des cultures, est aussi un *Fusarium*. Il est intéressant de constater une semblable parenté de formes chez les endophytes de plantes que je rapproche ici par les particularités de leur tuberculisation.

» La présence presque constante d'endophytes chez les plantes à bulbes ou à tubercules permet de croire que l'infection par ces endophytes est une cause assez générale

de la tuberculisation. E. Stahl a donné récemment une statistique concernant ces plantes. Il a trouvé des endophytes dans une quarantaine d'espèces tuberculeuses appartenant à des familles diverses, et sans compter les Ophrydées. Il dit n'en avoir pas trouvé dans trois cas seulement (*Corydalis cava, C. solida* et *Ficaria ranunculoides*). On voit par ce qui précède que le cas de la Ficaire n'est pas une exception. Je n'ai pas eu l'occasion d'étudier les *Corydalis,* mais je puis ajouter aux cas connus de plantes tuberculeuses infestées celui de la Pomme de terre. Sur des pieds tuberculeux de cette plante récoltés en juillet dernier, j'ai toujours trouvé les radicelles infestées par un endophyte qui est ici encore un *Fusarium*. Il arrive que certains pieds de Pomme de terre, dans des conditions jusqu'ici mal connues, ne produisent pas de tubercules. J'ai pu examiner un certain nombre de ces pieds sans tubercules à la même époque, et crois pouvoir affirmer que leurs radicelles n'étaient pas infestées, avec les réserves toutefois qu'il y a lieu de faire en ce genre de recherches, quand il s'agit d'un résultat négatif.

» Si la présence des Champignons endophytes est, comme je le pense, une cause assez générale de la tuberculisation, j'espère pouvoir le montrer expérimentalement avec des plantes pour lesquelles la présence des endophytes ne serait pas une condition nécessaire au développement du végétal. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Crétacé du massif d'Abou-Roach (Égypte).* Note de M. **R. Fourtau**, présentée par M. Albert Gaudry.

« J'ai été amené par les récentes publications de MM. R. Bullen Newton (¹) et Max Blankenhorn (²) à faire de nouvelles recherches dans l'intéressant pointement du Crétacé qui se présente au milieu de l'Éocène moyen du désert libyque, aux environs des Pyramides de Ghizeh. Ces recherches m'ont procuré des documents paléontologiques dont la détermination, due à l'obligeance de mon savant confrère M. Alph. Peron, apporte un nouvel élément à la discussion, tout en venant confirmer ma première opinion (³) sur l'âge de ce massif.

(¹) R. Bullen-Newton, *On some cretaceous Schells from Egypt.* (*Geolog. Magazine*, new series, nº 411, p. 394 et suiv.; sept. 1898).

(²) Dr Max Blankenhorn, *Neues zur Geologie und Palæontologie Ægyptens* (*Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellschaft*, p. 21 et suiv.; Berlin, 1900).

(³) R. Fourtau, *Notes sur les Échinides fossiles de l'Égypte*, p. 9 et suiv.; Le Caire, 1900.

» De bas en haut, le massif d'Abou-Roach est ainsi composé :

			m
Turonien.	*a*,	grès jaunâtres sans fossiles, partie visible	5,00
	b,	marnes versicolores gypseuses	10,00
	c,	calcaire à *Cyphosoma Abbatei* Gauth et *Periaster roachensis* Gauth.	1,00
	d,	calcaire schisteux sans fossiles	10,00
	e,	calcaire avec Rudistes de petite taille	6,00
	f,	lumachelle d'huîtres *Ostrea* sp. n. aff. *Peroni* Coq	2,00
	g,	bancs de silex	1,00
	h,	argile marneuse brune avec gypse	3,00
	i,	calcaire à Radiolites	10,00
	j,	calcaire siliceux sans fossiles	50,00
	k,	calcaire à *Biradiolites cornu pastoris* d'Orb	2,00
	l,	calcaire à *Trochactœon Salomonis* Fraas	10,00
	m,	calcaire à *Biradiolites* c. f. *Mortoni* d'Orb	15,00
Santonien.	*n*,	calcaire marneux à coraux et spongitaires	5,00
	o,	grès calcaire à *Echinobrissus Waltheri* Gauth	1,00
	p,	calcaire à *Ostrea Thomasi* Per	10,00
	q,	calcaire à *Ostrea Costei* Coq. et nombreux Échinides	20,00
	r,	calcaire à *Tissotia Ficheuri* Peron	15,00
	s,	calcaire à dents d'élasmobranches	10,00
	t,	grès sans fossiles	2,50
	u,	craie blanche sans fossiles	10,00

» M. Blankenhorn admet que les couches de *a* à *j* inclusivement sont cénomaniennes, en se basant surtout sur une similitude de facies avec le Gebelchebrewet dans l'isthme de Suez, dont il a découvert l'âge réellement cénomanien. Or, la couche *h* m'a fourni une faunule inédite et intéressante renfermant entre autres : *Callianassa Archiaci* Miln. Edw., *Serpula gordialis* Schloth., *Arcopagia* aff. *elegans*, *Corbula* c. f. *Goldfussi*, *Astarte* sp. n. aff. *subnumismalis* Th. et Per., dont les affinités avec le Turonien d'Algérie et de Tunisie sont incontestables.

» En outre, l'assimilation faite par M. Blankenhorn de *Periaster Roachensis* Gauth. de la couche *c* avec *Hemiaster* c. f. *lusitanicus* de Lor. repose sur une confusion. L'*Hemiaster* cénomanien que mon confrère a eu entre les mains et provenant de l'Ouady Askar et de l'oasis de Beharieh est *H. pseudo-Fourneli* Per. et Gauth. que j'ai moi-même récolté en abondance dans la première localité et dont se distingue très facilement *P. roachensis* par son fasciole latéro-sous-anal que M. Blankenhorn dit ne pas avoir observé dans ses exemplaires d'Abou-Roach.

» Il n'y a aucun doute pour les couches *k*, *l*, *m*, qui renferment trois fossiles caractéristiques du Turonien.

» Pour les couches *o*, *p*, *q* et *r*, leur faune d'*Ostreidæ* est tellement typique du Santonien d'Algérie et de Tunisie que la présence d'*O. Costei* Coq., *O. dichotoma* Bayle, *O. proboscidea* d'Arch. et de leurs variétés me dispense de tout commentaire. C'est donc à tort que M. Bullen-Newton les regarde comme turoniennes.

» En ce qui concerne les dernières couches *s*, *t* et *u*, que M. Blankenhorn déclare campaniennes parce qu'elles contiennent *Ostrea vesicularis* d'Orb., je ferai observer que ce fossile débute généralement, en France et en Algérie, dès le Santonien supérieur, et que je l'ai moi-même rencontré dans l'Ouady Askar en compagnie d'*O. dichotoma* Bayle et d'*Echinobrissus Waltheri* Gauth., qui sont tous les deux Santoniens. Il est donc très admissible que ces bancs sont du Santonien supérieur et non du Campanien.

» Si j'ajoute que je n'ai pas encore rencontré à Abou-Roach les *Ostreidæ* typiques du Cénomanien du nord de l'Afrique, telles que *O. Mermeti, O. flabellata* et *O. africana,* qui forment des bancs puissants dans tout le vrai Cénomanien d'Égypte, on admettra facilement le peu de valeur d'une ressemblance de facies pétrographique et de la coïncidence d'une couche de grès à la base d'Abou-Roach comme à celle du Gebel-Chebrewet.

» Il est donc rationnel de considérer comme turoniennes, ainsi que je l'ai toujours soutenu, les couches de la base d'Abou-Roach depuis *a* jusqu'à *m* inclusivement et d'attribuer le reste au Santonien seul, tout en admettant au besoin que la couche *n* forme une couche de passage et peut être attribuée indifféremment à l'un ou à l'autre de ces deux étages de la craie supérieure, car elle ne renferme aucun fossile caractéristique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Fixation par les corps poreux de l'argile en suspension dans l'eau.* Note de M. **J. Thoulet.**

« J'ai montré dans une Note antérieure (*Comptes rendus,* t. CXXX, p. 1639, 11 juin 1900) que les corps poreux jouissent de la propriété de fixer à leur surface les particules argileuses en suspension dans l'eau. Ce phénomène rend compte du rôle joué au sein de l'Océan par les corps poreux qui y sont immergés ou qui y flottent, et particulièrement par les débris de coquilles et les fragments de ponce : les uns et les autres agissent pour clarifier les eaux. Afin d'obtenir une nouvelle confirmation, j'ai entrepris une seconde série d'expériences.

» Dans un même morceau de pierre ponce de Lipari, j'ai découpé six fragments, savoir : deux gros, deux moyens et deux petits, qui ont été ensuite égalisés à la lime douce, de façon à faire disparaître leurs rugosités et à les rendre deux à deux de poids sensiblement identique.

	I.	II.
	gr	gr
Fragments petits.	0,2997	0,2998
» moyens....................	0,7835	0,7737
» gros........................	3,7245	3,7300

» J'ai préparé ensuite deux flacons égaux, à large ouverture, et j'ai versé dans chacun 350^{cc} d'eau distillée. Dans l'un d'eux j'ai ajouté 8^{gr},0820 d'argile de Vanves bien lévigée et desséchée. J'ai placé les fragments de ponce de la première série dans le premier flacon et ceux de la seconde série dans le second. Comme on devait s'y attendre, les six fragments ont d'abord flotté. Chaque jour, depuis le 30 mai 1900, les deux flacons ont été agités quelques instants, de manière à bien remettre en suspension l'argile, et ensuite abandonnés au repos.

» Dans le flacon d'eau limpide, le petit fragment est tombé définitivement au fond après huit jours, le moyen après cinquante-cinq jours et le gros après quatre-vingt-six jours. Dans le flacon d'eau argileuse, le petit fragment et le moyen sont tombés ensemble après vingt-deux jours, le gros après trente-quatre jours.

» Les fragments de ponce tombent donc notablement plus tôt dans l'eau trouble que dans l'eau limpide, et la durée de leur flottaison est d'autant plus longue que leur volume est plus considérable.

» Il est rare que les fragments tombent nettement. Quand leur imbibition atteint une certaine limite, leur flottaison ou leur chute dépend de très faibles variations de température, modifiant leur propre dilatation et celle de l'eau ambiante. Ils montent et descendent alternativement pendant quelques jours jusqu'au moment où ils se déposent définitivement.

» Le rapport des durées de flottaison dans les deux liquides pour les fragments moyens et gros est le même $\frac{22}{55} = \frac{34}{86} = \frac{1}{2,5}$. Dans le cas des petits fragments, pour obtenir le même rapport, il aurait fallu que la chute dans l'eau argileuse s'effectuât en trois jours. Le retard éprouvé par le fragment, qui, en réalité, a mis vingt-deux jours à tomber au fond, est probablement dû à une compacité plus grande, que semble d'ailleurs confirmer la comparaison des volumes de ces deux petits fragments de même poids. Ces irrégularités de texture sont surtout sensibles sur des fragments qui ne sont ni excessivement fins, ni de dimensions moyennes ou considérables. On serait donc autorisé à supposer que la chute est environ 2,5 fois plus prompte au sein d'une eau très trouble qu'au sein d'une eau limpide.

» On ne saurait évidemment attribuer à de telles expériences une précision qu'elles sont incapables de présenter. L'attraction de la ponce pour les particules argileuses est proportionnelle à la surface extérieure et inté-

rieure des fragments, et celle-ci, par suite de la dimension des cellules, si variables dans les diverses portions d'un même morceau, n'est susceptible d'être appréciée que d'une manière grossière, d'après le poids.

» L'expérience explique comment, par absorption lente de l'eau environnante, les fragments de ponce flottant sur la mer finissent par tomber au fond. Ces roches se rencontrent très fréquemment dans les sols sous-marins : dans certains parages, aux environs des Açores, par exemple, ils en constituent à eux seuls la majeure partie. A l'exception de quelques morceaux atteignant la grosseur du poing ou même davantage, la plupart n'ont guère que celle d'un grain de blé. Ils n'exigeraient donc, en les supposant d'origine subaérienne et non sous-marine, pas plus de un ou deux jours pour commencer à descendre, tandis qu'un fragment de la dimension d'une noix pourrait flotter pendant deux mois environ et, par conséquent, être entraîné par les courants assez loin de son lieu d'origine. J'en ai rencontré dans les fonds du golfe de Gascogne, très éloignés de tout centre volcanique.

» En notant la dimension des grains ponceux rencontrés au fond de la mer, en diverses localités, et en prenant en considération la vitesse moyenne des courants marins de la région, on peut donc obtenir une notion approximative du lieu d'origine de ces grains. L'observation est d'autant plus facile que la ponce, même à l'état de poussière impalpable, se distingue immédiatement au microscope. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 OCTOBRE 1900.

Abrégé de Géologie, par A. DE LAPPARENT, 4e édition, avec esquisses des anciennes mers; 141 figures dans le texte et une Carte géologique de la

France en chromolithographie. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 vol. in-16. (Hommage de l'Auteur.)

Les plaques sensibles au champ électrostatique, par V. SCHAFFERS, S. J. Paris, A. Hermann, 1900; 1 fasc. in-8°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, t. XCVII, nouvelle série, année 1895, 1re et 2e Parties. Paris, Imprimerie Nationale, 1900; 2 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, 1899-1900. Châlons-sur-Marne, 1900; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire, 2e série, t. XX, 1re livraison, année 1900, janvier, février, mars. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie, 1900; 1 fasc. in-8°.

Código de sanidad de la República de el Salvador, 1900. San Salvador; 1 fasc. in-8°.

Bulletin météorologique de l'Observatoire astronomique et météorologique de Belgrade (Serbie), janvier-juin 1900, publié par M. G.-M. STANOIÉWITCH, Directeur de l'Observatoire. Belgrade, 1900; 1 fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 OCTOBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur la convergence des méridiens*. Note de M. **Hatt**.

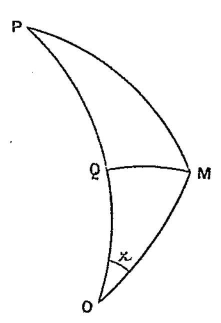
« Une ligne géodésique OM étant définie par sa longueur k comptée à partir de l'origine O, et par l'azimut z qu'elle fait avec la méridienne de l'origine dont la latitude L_0 est connue, on détermine, au moyen de ces données : 1° la latitude de l'extrémité M; 2° la différence de longitude P des points O et M ; 3° l'azimut z' de la ligne géodésique avec la méridienne de M.

» Pour cette dernière détermination, on évalue directement la convergence γ des méridiens ou la différence des azimuts z' et z, au moyen de la

formule généralement usitée

$$\tang \tfrac{1}{2}\gamma = \frac{\sin \frac{1}{2}(L + L_0)}{\cos \frac{1}{2}(L - L_0)} \tang \tfrac{1}{2} P.$$

» Il est possible d'exprimer la convergence d'une manière un peu différente, peut-être plus commode pour le calcul. Menant MQ perpendicu-



lairement à la méridienne de l'origine, l'excès sphérique ε du triangle OQM sera, sans erreur sensible, obtenu au moyen de l'expression

$$\varepsilon = \frac{k^2 \sin z \cos z}{2 r^2},$$

dans laquelle r désigne le rayon moyen de la surface terrestre au point considéré. Les quantités $k \sin z$ et $k \cos z$ ainsi que $\frac{1}{2 r^2}$ sont toujours déterminées soit par les calculs préalables des positions géographiques, soit par ceux de la triangulation.

» Soit menée la sphère tangente à l'ellipsoïde le long du parallèle du point M; la ligne MQ peut être considérée comme contenue tout entière dans la surface sphérique dont le pôle P est sur l'axe de rotation de la Terre.

» La différence des longitudes des points O et M est égale à l'angle P du triangle sphérique rectangle MQP dont l'hypoténuse PM est $90 - L$, et en désignant par $90 - \alpha$ l'angle en M on aura

(1) $$\tang \alpha = \tang P \sin L.$$

» Les arcs MP, MQ, MO étant tous trois tangents à l'ellipsoïde et à la

sphère au point M, il est facile de voir que la convergence a pour expression, en valeur absolue,

$$\gamma = \alpha \mp \varepsilon.$$

» Le signe — correspond au cas de la figure où le triangle MQO est extérieur au triangle MQP, le signe + au cas où MQO serait contenu dans MQP.

» Il y a lieu de remarquer que la valeur de sin L est connue par les calculs préalables servant à la détermination des positions géographiques; de même celle de P.

» Si cette dernière est faible la tangente se confond avec l'arc et l'on a dans ce cas

$$\alpha = P \sin L;$$

du reste la plupart des Tables de logarithmes sont disposées de manière à permettre la détermination des lignes trigonométriques sinus ou tangentes des angles inférieurs à 2°40′ au moyen des logarithmes de leurs valeurs en secondes auxquels vient s'ajouter un logarithme S ou T faiblement variable. La traduction logarithmique de l'expression (1) serait donc dans tous les cas

$$\log\alpha = \log\sin L + \log P + T_p - T_\alpha.$$

On peut concevoir encore une Table dressée par avance des produits proportionnels P sin L convenablement corrigés eux-mêmes au moyen d'une Table additionnelle de termes complémentaires peu importants. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Diagnose des sursaturations gazeuses d'ordre physique et d'ordre chimique*. Note de M. **Berthelot**.

« 1. *Sursaturation physique*. — On sait que les systèmes liquides susceptibles d'émettre des gaz ou des vapeurs, sous des influences purement physiques de pression et de température, ne les dégagent pas toujours immédiatement avec leur tension normale; l'évaporation a lieu seulement à la surface, sans que la masse soit divisée par l'émission de bulles intérieures. Les liquides chimiquement simples, à l'état surchauffé, et les dissolutions gazeuses plus complexes sont susceptibles de subsister ainsi dans un état d'équilibre physique instable. Cet équilibre instable cesse subitement

lorsqu'on introduit dans la masse des bulles gazeuses, à l'aide d'un courant gazeux, ou par une agitation vive au contact de l'air, ou bien encore par le contact de poussières tenant des gaz condensés à leur surface, etc. Le système tend à revenir à un équilibre stable, caractérisé par la tension normale des vapeurs émises, ou des gaz dégagés. On sait que l'eau peut être ainsi surchauffée jusque vers 130°, 160° et au delà. Les dissolutions de gaz carbonique, saturées sous une pression notablement supérieure à celle de l'atmosphère, peuvent subsister à la température ordinaire, etc.

» La sursaturation persiste d'autant mieux que la température est moins élevée et la concentration plus faible.

» J'ajouterai que la rupture d'équilibre sur un point, dans un liquide sursaturé, n'entraîne pas nécessairement la cessation de la sursaturation dans la masse totale; c'est ce que montrent les dégagements successifs d'acide carbonique, dans une dissolution secouée avec précaution, ou bien encore les soubresauts locaux de l'eau à peu près purgée d'air puis portée à l'ébullition. Tant que la sursaturation n'atteint pas de limites élevées, elle peut ne cesser que momentanément, incomplètement et par places; à moins d'établir un régime uniforme par une agitation convenable, ou bien en régularisant l'ébullition.

» 2. *Sursaturation chimique.* — Des phénomènes analogues peuvent être observés sur des liquides chimiquement instables, c'est-à-dire susceptibles d'éprouver une décomposition chimique spontanée, en dégageant des gaz et en tendant vers un équilibre plus stable et permanent. Tel est le cas de l'eau oxygénée pure, ou dissoute, celui de certains carbonates métalliques précipités dans des dissolutions, etc. Mais il est parfois difficile de distinguer entre les sursaturations gazeuses d'ordre physique et celles d'ordre chimique, toutes les fois que la combinaison instable dissoute dans l'eau n'est pas susceptible d'être isolée; les apparences présentées par les systèmes en transformation étant fort analogues.

» 3. *Expériences thermochimiques : Sursaturations physiques.* — Cherchons comment cette distinction peut être faite par des expériences thermochimiques, toutes les fois surtout que les énergies mises en jeu et mesurables présentent un signe différent.

» Pour bien définir les phénomènes, j'envisagerai d'abord un liquide surchauffé, ou bien une dissolution de gaz carbonique sursaturée. Si l'on y introduit un thermomètre, au moment où le gaz ou la vapeur se dégage, on sait que la température du liquide s'abaisse. J'ai pris soin de le vérifier

spécialement, dans les cas où le dégagement du gaz carbonique se fait tout d'un coup et d'une façon en quelque sorte explosive; ainsi que dans les cas où ce dégagement est partiel et a lieu çà et là, en des points spéciaux, où on le provoque avec ménagement, sans recourir à une agitation d'ensemble.

» Observons d'ailleurs que la quantité de chaleur absorbée par le dégagement d'un volume de gaz déterminé, au sein d'une liqueur sursaturée, ne saurait être évaluée avec certitude d'après la connaissance de la chaleur de dissolution mesurée dans les conditions normales, ou calculée par les formules connues; d'après la tension sous laquelle ce volume gazeux entrerait en dissolution directement au sein de la liqueur qui l'a formé, c'est-à-dire dans des conditions telles qu'il y ait équilibre stable entre le liquide et le gaz que ce liquide émettrait régulièrement, sous une pression et une température données.

» 4. *Dissociation des composés exothermiques.* — La dissociation de certains composés instables à la température ordinaire, bien qu'ils aient été formés avec dégagement de chaleur, tels que les carbonates de zinc et de cuivre, peut aussi donner lieu à une absorption de chaleur, soit que l'acide carbonique se dégage sous forme gazeuse, soit qu'il reste en dissolution. J'ai étudié autrefois ces phénomènes (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. IV, p. 167; 1875), et j'ai montré comment on pouvait discerner les effets thermiques de cette dissociation et ceux du dégagement gazeux, en opérant avec des dissolutions inégalement étendues.

» 5. *Décomposition des composés endothermiques : Eau oxygénée pure.* — La distinction entre les phénomènes physiques et les phénomènes chimiques de sursaturation gazeuse est surtout facile et décisive lorsqu'on compare une dissolution gazeuse proprement dite, et la décomposition d'un composé instable endothermique, tel que l'eau oxygénée, dont la décomposition, avec formation d'un atome d'oxygène gazeux, dégage 21700 calories, d'après mes déterminations. Cette décomposition a lieu à la température ordinaire, avec dégagement continu de fines bulles gazeuses, mais avec une grande lenteur : l'agitation l'accélère. Elle devient surtout rapide au contact de certains corps pulvérulents, tels que la mousse de platine.

» Il m'a semblé utile de suivre la marche des phénomènes thermiques qui l'accompagnent, en opérant avec un calorimètre de verre. J'ai mis en œuvre une dissolution susceptible de dégager dix fois son volume d'oxy-

gène libre, ou plus exactement 13gr,93 par litre de liqueur; j'y ai projeté quelques décigrammes de mousse de platine.

			Excès.
Température initiale		21°,21	
Au bout d'une minute, la température s'est élevée à		21°,59	38
» 2 minutes,	»	21°,76	55
» 3 minutes,	»	21°,89	68
» 5 minutes,	»	22°,13	92
» 7 minutes,	»	22°,32	111
» 12 minutes,	»	22°,68	147

» Le phénomène se prolonge presque indéfiniment, en se ralentissant toujours davantage. A la limite, le réchauffement atteindrait 1°,90 environ.

» On peut représenter par des courbes en fonction du temps, soit les volumes gazeux dégagés, soit les températures. Les deux courbes ont une forme hyperbolique fort analogue [1].

» Dans le cas où l'on opère à des températures initiales différentes, ou à des concentrations inégales, la marche de la courbe est d'autant plus rapide que la température est plus élevée. A une même température, avec des liqueurs de concentration inégale, il en est de même à mesure que la concentration est plus forte ; mais la forme de la courbe conserve toujours les mêmes caractères généraux.

» Tels sont les faits observés : j'ai cru nécessaire de les signaler avec détail, afin de montrer que les apparences d'un dégagement gazeux, et notamment *la forme de la courbe représentative de ce dégagement sera la même pour une sursaturation physique et pour une sursaturation chimique*.

» 6. *Eau oxygénée et permanganate de potasse.* — Je vais maintenant appliquer les mêmes notions à l'étude d'une liqueur plus compliquée, celle qui résulte de la décomposition réciproque entre les dissolutions d'eau oxygénée et de permanganate de potasse (avec grand excès d'acide sulfurique). Cette décomposition donne lieu, comme on sait, à une liqueur incolore, tandis qu'il se dégage des poids égaux d'oxygène empruntés à chacun des deux composants :

$$5H^2O^2 + (Mn^2O^8K^2 + nSO^4H^2) = 5O^2 + 5H^2O + (SO^4K^2 + 2SO^4Mn + 3H^2O) + (n-3)SO^4H^2.$$

(1) Si elles étaient semblables, il y aurait proportion entre la chaleur dégagée et le temps.

» Chacun sait aussi que si l'on opère avec précaution le mélange des deux liqueurs, convenablement étendues, en les maintenant d'ailleurs à une basse température, à — 12° par exemple, on peut réaliser l'expérience sans qu'aucun gaz ne se dégage. La liqueur se décolore de même et elle demeure telle pendant un temps considérable; si on ne l'agite pas et si l'on n'y introduit aucun gaz ou matière pulvérulente. Mais si on laisse la température se relever, l'oxygène se dégage avec effervescence. M. Baeyer a reconnu d'ailleurs, dans ces derniers temps, que ce dégagement a lieu même à basse température, sous l'influence d'une agitation convenable.

» Ces phénomènes sont susceptibles de deux interprétations. D'autre part, on peut supposer une sursaturation d'ordre physique, attribuable à une simple dissolution d'oxygène; opinion émise par M. Baeyer. D'autre part, il est permis de supposer l'existence d'une combinaison suroxygénée instable : opinion qui m'a semblé la plus probable, parce que la décomposition de deux composés mis en présence, accomplie simultanément et *suivant des rapports atomiques,* implique d'ordinaire l'existence d'un composé intermédiaire ([1]).

» J'ai entrepris de nouvelles expériences, dans la pensée que l'existence d'un tel composé pourrait être établie d'une façon plus directe par des mesures calorimétriques. Je les avais déjà tentées autrefois, en essayant de déterminer la chaleur dégagée, au moment du mélange des deux liqueurs, à — 12°. Mais la chaleur dégagée par la formation des sulfates manganeux et potassique aux dépens du permanganate de potasse est beaucoup plus grande que la chaleur dégagée par la décomposition propre de l'eau oxygénée; l'exécution de mesures précises à — 12° est, en outre, si délicate, que je n'avais pas cru pouvoir tirer de mes essais de conclusions certaines.

» En les reprenant, je me suis aperçu qu'on pouvait réaliser l'expérience à la température ordinaire, et avec une grande précision, pourvu que l'on opère avec des dissolutions suffisamment étendues, dissolutions dont la dilution, d'ailleurs, ne diffère pas beaucoup de celle des expériences exécutées à — 12°. Mais il convient d'observer les précautions minutieuses, signalées par M. Gernez dans ses remarquables travaux relatifs à l'étude des sursaturations.

([1]) *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. XXI, p. 176; 1881.

» On réussit, en effet, à exécuter l'expérience, même à la température de $+20^{\circ}$: à la condition d'opérer le mélange des deux liqueurs refroidies, séparément à un degré déterminé par des tâtonnements préalables, et tel que ce mélange une fois fait possède, à un ou deux dixièmes de degré près, la température ambiante. Les dégagements gazeux peuvent être ainsi ramenés à être nuls, ou très faibles, pendant un intervalle de temps notable, avec un mélange capable de dégager, par exemple, 400^{cc} d'oxygène par litre.

» Il suffit d'y projeter quelques décigrammes de platine pulvérulent, pour provoquer un vif dégagement d'oxygène. Un tel effet, qui dégagerait le même volume d'oxygène, dans une dissolution d'eau oxygénée étendue, développerait une élévation de température égale à $+0^{\circ},076$.

» Ce chiffre n'est certes pas attribuable *a priori* à la mesure de la chaleur de décomposition du composé instable que l'on recherche ; je le cite seulement pour donner une idée de l'ordre de grandeur du phénomène thermique qu'il s'agit d'étudier.

» 7. Voici comment j'ai réalisé cette expérience, après avoir fait les études préalables qui précèdent :

» J'ai pris 25^{cc} d'une dissolution d'eau oxygénée, susceptible de dégager $13^{gr},93$ d'oxygène libre par litre ; je l'ai versée peu à peu dans quatre fois son volume d'une liqueur formée d'acide sulfurique et d'eau, suivant le rapport $SO^4H^2 + 3H^2O$. Après refroidissement, j'ai complété avec le même acide 300^{cc} exactement. Ayant préparé, d'autre part, une dissolution de permanganate de potasse, renfermant environ 20^{gr} de ce sel au litre, j'ai constaté que 100^{cc} de l'eau oxygénée précédente décoloraient exactement 140^{cc} de la solution de permanganate (additionnée d'un excès d'acide sulfurique). J'ai alors pris 35^{cc} de ce permanganate et je les ai versés peu à peu dans trois fois leur volume de l'acide $SO^4H^2 + 3H^2O$, en absorbant à mesure la chaleur dégagée. Puis j'ai ramené le tout, par addition du même acide, à 300^{cc} exactement.

» Les deux liqueurs ainsi préparées et mises en œuvre immédiatement sont susceptibles de réagir à volumes sensiblement égaux. On les amène séparément et rapidement à une température inférieure d'un demi-degré environ à la température ambiante, de telle façon que le mélange, une fois accompli, présente sensiblement cette température : ce qui a pour effet de rendre aussi petite que possible la correction de refroidissement. Observons encore que ce mélange devra être pratiqué dans le temps le plus court possible après l'addition de l'acide sulfurique au permanganate, la liqueur

résultante se transformant lentement, au bout de quelques heures, en sulfate manganique avec dégagement d'oxygène, ainsi que je l'ai signalé dans mon Mémoire de 1881.

» Cependant on a pris soin de disposer à côté du calorimètre, dans un vase pareil, et dans des conditions aussi semblables que possible, un témoin, c'est-à-dire un volume du même liquide qui résulte de la réaction accomplie, égal au volume des deux liqueurs réunies, qui vont être mises en expérience, soit 100^{cc} dans la plupart des cas, cette eau étant prise à la température ambiante. On y suit la marche de la température avec un thermomètre, parallèlement à celle du mélange soumis à la mesure calorimétrique; ce qui fournit la mesure comparative la plus rigoureuse du refroidissement; c'est la méthode que j'ai coutume d'employer dans l'étude des réactions lentes (*Traité pratique de Calorimétrie chimique*, p. 43).

» Cela fait, dans un calorimètre de verre mince (soigneusement nettoyé à la potasse et à l'acide sulfurique), on introduit 50^{cc} de la liqueur renfermant une quantité d'eau oxygénée qui dégagera $0^{gr},058$ d'oxygène (42^{cc}), et l'on fait couler goutte à goutte à sa surface 50^{cc} de la liqueur renfermant le permanganate équivalent, en amortissant le choc à l'aide du thermomètre.

» Le permanganate surnage, avec une réaction d'abord presque insensible. Cela fait, par un mouvement horizontal et circulaire lent, on mélange peu à peu, par leur surface de contact commune, les deux liqueurs, en y évitant toute introduction de bulles d'air. On parvient à réaliser ainsi une décoloration complète, sans dégagement bien sensible d'oxygène. La liqueur étant devenue incolore, on vérifie que l'addition d'une goutte de permanganate lui communique une teinte rosée permanente. J'ai d'ailleurs opéré alternativement : d'une part, avec une liqueur exactement décolorée, et, d'autre part, avec une liqueur teintée à la limite.

» Ce mélange ainsi obtenu, on commence les lectures du thermomètre calorimétrique, en évitant tout choc ou agitation brusque, et on lit comparativement le thermomètre plongé dans le liquide qui sert de témoin.

» *Première expérience*. — La marche des deux thermomètres était sensiblement la même dans la période préliminaire, au cours de l'expérience que je viens de décrire. Elle a été exécutée avec un mélange rendu tout à fait incolore. La température du témoin était ascendante, c'est-à-dire la correction du refroidissement négative :

Température du témoin	$22^{\circ},70$
Température du mélange	$22^{\circ},90$

» Ascension régulière des thermomètres pendant un intervalle de huit minutes en tout :

Témoin....... + 0°,04 | Mélange..... +0°,045

» Les effets du réchauffement sont sensiblement les mêmes. A ce moment j'ai projeté quelques décigrammes de mousse de platine pulvérulente; ce qui a provoqué un vif dégagement gazeux.

» Ascension du thermomètre :

	Mélange.	Témoin.
Après 1 minute......	+0°,035	»
» 2 minutes.....	+0,055	»
« 5 minutes.....	+0,095	»
» 12 minutes.....	+0,155	+0°,063

Différence.............. +0°,155 − 0°,063 = + 0°,092

» Ainsi l'on a observé une élévation brusque de +0°,35, au premier moment du dégagement gazeux, et cette élévation a continué en se ralentissant. Au bout de douze minutes, elle surpassait de +0°,092 la variation de température parallèle du témoin. Ce chiffre doit être regardé comme un minimum, les dégagements de gaz et de chaleur corrélativement se prolongeant indéfiniment, ainsi que le montre l'expérience faite plus haut avec l'eau oxygénée pure. Mais en prolongeant les mesures, la différence entre la marche des deux thermomètres se rapprocherait trop des limites d'erreur.

» *Deuxième expérience.* — Cette expérience a été conduite comme la première, si ce n'est que le mélange a été amené à être teinté en rose d'une façon à peine sensible. La marche de la température du témoin était inverse de la précédente, c'est-à-dire descendante, et la correction du refroidissement par conséquent positive.

» Le mélange a été opéré avec les mêmes précautions.

Température du témoin....................... 23°,31
Température du mélange...................... 23°,54

» On projette une petite quantité de platine pulvérulent; vive effervescence. *Le dégagement d'oxygène ne décolore pas la liqueur,* qui conserve la teinte rose foncé qu'elle possédait auparavant : ce qui prouve qu'elle ne contenait pas d'eau oxygénée inaltérée.

Marche des thermomètres.

	Mélange.	Témoin.
Après 1 minute	$+0°,04$	»
Après 9 minutes	$+0°,01$	$-0°,054$
Différence	$+0°,064$.	

» Ainsi au début, on observe une élévation brusque de $+0°,04$, à peu près la même que plus haut. La variation totale en minutes monte à $+0°,064$. L'expérience n'a pas été suivie au delà. Elle manifeste également le caractère exothermique du dégagement d'oxygène, sauf les petits écarts inévitables dans des essais aussi délicats; surtout en raison des pertes d'oxygène qui ont lieu tant au sein de la liqueur, pendant le mélange, avant toute addition de platine, que par la surface même de cette liqueur.

» En tout cas, on voit que le développement de chaleur le plus fort observé dans ces essais l'emporte sur celui qui répondrait au dégagement du volume d'oxygène fourni par l'eau oxygénée seule. Or sur les deux atomes d'oxygène qui se dégagent ici, un seul dérive de l'eau oxygénée, l'autre atome dérivant du permanganate décomposé simultanément.

» Le composé instable qui s'est formé, c'est-à-dire le trioxyde d'hydrogène par hypothèse, renfermait nécessairement ces deux atomes d'oxygène. Ainsi la fixation de ces deux atomes d'oxygène pour constituer la molécule dont il s'agit aurait absorbé plus de chaleur que si la moitié de cet oxygène avait concouru à la formation de la molécule d'eau oxygénée. Sans insister sur ce point, je me bornerai à observer le caractère endothermique du nouveau composé, caractère corrélatif de sa grande instabilité.

» J'avais espéré obtenir des excès de température plus considérables, en opérant sur des liqueurs plus concentrées : par exemple, en ajoutant à un volume d'eau oxygénée seulement son volume de l'acide $SO^4H^2 + 3H^2O$; et en opérant de même pour le permanganate équivalent. Dans ces conditions, le développement de chaleur produit lors du mélange devrait s'élever à un demi-degré environ, s'il n'y avait pas dégagement d'oxygène. Mais je n'ai pas réussi à opérer un tel mélange sans aucun dégagement d'oxygène. Tout au plus, en interrompant les additions de permanganate à plusieurs reprises, jusqu'à cessation des dégagements gazeux partiels, a-t-il été possible, dans un certain nombre d'essais, de parvenir, vers la fin de

l'expérience, à un état comparable à celui des essais précédents, c'est-à-dire de continuer l'addition du permanganate jusqu'à décoloration, tout en maintenant en dissolution une dose d'oxygène susceptible de faire effervescence par une projection de platine. Quand cette effervescence finale est considérable, on observe qu'elle répond encore à un dégagement de chaleur sensible au thermomètre. C'est ce qu'atteste l'expérience suivante, faite sur un mélange de ce genre :

		Mélange à effervescence tombée.		Témoin.		
(I)		+17°,71		17°,58		
	Après 1 minute.	17,72	0°,03	»	0,02	+0,03 − 0,02 = 0°,01
	» 3 minutes.	17,74		17,60		
	Projection de platine. Vive effervescence.		0,20		0,14	+0,20 − 0,14 = 0,06
(II)	Après 4 minutes.	17,76		»		
	» 30 minutes.	17,94	0,94	17,74	0,94	+0,94 − 0,94 = 0,00
(III)	» 205 minutes.	18,88		18,68		

» Dans la période (I), dégagement d'oxygène presque insensible, lequel semble répondre à un petit développement de chaleur.

» Dans la période (II), dégagement rapide de gaz et élévation de + 0°,006.

» Enfin, la période (III) sert de contrôle, la marche comparative des deux thermomètres, observée pendant près de trois heures, ayant indiqué des variations identiques : ce qui montre la perfection de la méthode calorimétrique employée.

» Une autre expérience, faite avec le même mélange, en adoptant la méthode de correction Regnault-Pfaundler, a indiqué, pour une durée de six minutes, un dégagement de chaleur répondant à + 0°,06.

» Dans tous les cas, ce dégagement de chaleur correspond aux dernières fractions d'oxygène retenues dans la liqueur.

» En résumé, les expériences que je viens de décrire établissent que l'oxygène, susceptible de demeurer dissous en quantité considérable dans les mélanges d'eau oxygénée et de permanganate de potasse signalés plus haut, s'y trouve à l'état d'une combinaison instable, autre que l'eau oxygénée, et dont la décomposition brusque dégage de la chaleur : c'est une sursaturation chimique. »

CHIMIE GÉOLOGIQUE. — *Origines de l'hydrogène atmosphérique;* par M. **Armand Gautier**.

« L'hydrogène libre existe dans l'atmosphère; j'ai montré que l'air en contient environ 2 dix-millièmes de son volume. Là pourrait s'arrêter cette constatation, sans que nous ayons à nous demander, pas plus qu'on ne le fait d'ordinaire pour l'oxygène, l'azote, l'argon ou l'acide carbonique, quelle est l'origine de ces gaz de l'air. Mais remarquons que, tandis que l'oxygène aérien tend à rester à peu près constant en vertu du balancement qui s'établit entre les oxydations ou combustions et la réduction de l'acide carbonique par les plantes; que l'azote, à son tour, fixé par diverses bactéries et par les algues inférieures, retourne à l'état d'azote libre, grâce au fonctionnement des animaux et surtout des microbes anaérobies, au contraire, la masse de l'hydrogène semblerait devoir augmenter sans cesse dans l'atmosphère, en raison de phénomènes puissants et continus dont le mécanisme et les conséquences méritent d'être examinés de près.

» L'hydrogène, et le méthane qui l'accompagne en très faible proportion dans l'air normal, l'un et l'autre doués d'une véritable inertie chimique les faisant résister, du moins à froid, aux transformations ultérieures, se produisent ensemble ou séparément, dans une foule de fermentations, vaseuses, butyriques, putréfactives ([1]), etc. Le méthane s'exhale des terrains houillers et pétrolifères, il est abondamment fourni par les volcans et surtout par les volcans de boue; il s'échappe de beaucoup de sources minérales chaudes ou froides (Guntersbad, Harrowgate, Aix-la-Chapelle, Nenndorf, Iwanicz, etc.). L'hydrogène l'accompagne le plus souvent et il sort en bien plus grande abondance que lui des terrains et des évents volcaniques. Bunsen le signalait dans les fumerolles des volcans d'Islande ([2]); Ch. Sainte-Claire Deville dans celles de Toscane; M. Fouqué dans les émissions volcaniques de Santorin ([3]). Les gaz analysés par ce dernier savant contenaient, avec de l'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique,

---

([1]) A. Gautier et Étard, *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1357.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXXVIII, p. 264 et suivantes. Bunsen a trouvé dans ce gaz jusqu'à 25 pour 100 d'hydrogène libre.

([3]) *Santorin et ses éruptions*, p. 226 et suiv.; Paris, 1879.

de l'oxygène, de l'azote libre, depuis de traces jusqu'à 30 pour 100 d'hydrogène accompagné de 0,45 à 3 pour 100 de formène.

» Les évents sous-marins lancent dans l'air des quantités plus grandes encore de ces gaz inflammables.

» Remarquons que ces phénomènes volcaniques qui, par leur violence et leur ampleur, frappent notre attention surtout sur quelques points du Globe, ne sont, en réalité, que la manifestation extérieure de réactions souterraines qui se continuent à peu près partout, depuis un temps indéfini, sous le sol qui nous porte. Or, ces mêmes réactions, encore très actives aujourd'hui, se passaient avec une intensité autrement grande aux époques lointaines où se formaient les roches les plus anciennes (granits, porphyres, gneiss, gabbros, etc.). Nous en avons la preuve par l'examen des inclusions gazeuses : quelle que soit l'origine locale d'un granit, d'un gneiss, d'un basalte, on y trouve toujours, quand on en examine une coupe mince au microscope, des cavités globulaires creusées dans les cristaux constitutifs de ces roches, cavités où se trouvent inclus, en partie à l'état liquide, en partie à l'état de gaz, de l'eau, de l'acide carbonique, quelques hydrocarbures, quelquefois de l'oxyde de carbone, mais surtout de l'hydrogène libre, c'est-à-dire l'ensemble des gaz volcaniques actuels (1). M. Fouqué en a extrait l'hydrogène, soit en attaquant la roche par l'acide fluorhydrique, soit en en épuisant la poudre à chaud à la pompe à mercure. A. Tilden a trouvé, dans ces inclusions, jusqu'à 88 pour 100 d'hydrogène (2).

» Mais aux réactions ignées du noyau central en fusion, que l'étude de ces gaz inclus montre s'être faites à peu près comme à l'époque actuelle depuis les temps géologiques, réactions qui se sont continuées jusqu'à nous et qui ont dû donner naissance à un volume énorme d'hydrogène, j'ai reconnu qu'il vient s'ajouter des actions nouvelles dues à l'attaque par la vapeur d'eau à des températures très inférieures au rouge des granits et autres roches anciennes *depuis longtemps solidifiées*. Ce sont ces faits que je désire communiquer à l'Académie.

» Lorsque de l'intérieur d'un gros bloc de granit, d'un mètre cube par exemple, on détache par cassure un échantillon de 10 à 15 kilogr. que l'on broie aussitôt grossièrement entre deux meules de granit, on obtient par tamisage dans le gaz carbonique sec une poudre fine qui, placée dans un

---

(1) Fouqué, *loc. cit.*

(2) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XX, p. 66.

récipient de verre dont on chasse l'air au préalable grâce au vide d'une trompe à mercure, fournit, quand on la traite à 100° par l'eau aidée des acides, ou même à 280° par l'eau pure, une notable quantité de gaz où domine l'hydrogène (quelquefois mêlé de formène), accompagné d'un peu d'ammoniaque, d'hydracides divers, d'hydrogène sulfuré, d'acide carbonique, d'azote libre et d'une trace de pétrolènes. Il se fait, en un mot, un ensemble de produits gazeux entièrement analogues à ceux que dégagent les volcans.

» Un kilogramme de poudre de granit (de Vire), traité par de l'acide phosphorique sirupeux ([1]) mélangé de son volume d'eau, dans un appareil entièrement en verre où l'on avait fait le vide complet, a donné les gaz suivants recueillis à la trompe à mercure :

Acide chlorhydrique................	traces ([2])
Hydrogène sulfuré..................	$165^{cc},7$
Acide carbonique...................	$261^{cc},4$
Hydrocarbures absorbés par le brome..	$5^{cc},8$
Formène...........................	traces
Azote libre........................	$51^{cc},24$
Oxygène...........................	nul
Hydrogène libre....................	$915^{cc}\ 75$

» Ainsi, un volume de granit dégage par les acides plus de 3,5 fois son volume de gaz où domine surtout l'hydrogène libre.

» Le formène manque dans ce cas, mais je l'ai rencontré dans les gaz d'autres échantillons; je reviendrai ailleurs sur ce point.

» Dans les gaz volcaniques, on trouve souvent de l'acide chlorhydrique en abondance : il s'explique par la réaction de la silice et de l'eau au rouge sur les chlorures alcalins ou terreux. Mais l'action de cet acide, sous pression, pas plus que celle de l'acide phosphorique, n'est indispensable à la production des gaz du granit : l'eau seule est nécessaire, et son action

---

([1]) Quand on emploie l'acide sulfurique, il est réduit; il se dégage beaucoup de SO^2 mêlé d'un peu d'acides chlorhydrique, fluorhydrique, et souvent une trace d'iode.

([2]) La petite quantité de HCl qui se forme reste dissoute dans la liqueur aqueuse servant à attaquer le granit. Avec l'acide phosphorique sirupeux, j'ai trouvé $0^{cc},8$ de HCl pour 100 de gaz.

commence bien avant le rouge. Un kilogramme de poudre de granit de Bretagne chauffé en tubes scellés à 280°-300° avec de l'eau pure a donné :

	cc
Hydrogène sulfuré	1,3
Acide carbonique	7,2
Hydrogène libre	46,0
Azote libre	0,3

» Quelle est l'origine de ces gaz?

» A l'époque lointaine où, en vertu de réactions ignées, se séparaient de la masse formant le noyau terrestre les matières siliceuses d'où devaient résulter les granits, gneiss, porphyres, etc., ces matières constituèrent peu à peu, au-dessus du noyau encore fondu, une véritable gangue à demi fluide dans laquelle restèrent englobées, retenues par capillarité ou autrement, de petites quantités des substances à radicaux métalliques empruntées au noyau central, encore fondu, d'où ces matières étaient sorties. Après la cristallisation successive des éléments de ces roches, ces impuretés, véritables eaux mères solidifiées, restèrent mélangées en proportion, et, sans doute, en nature variable suivant les lieux, aux quartz, feldspaths, micas, etc., qui formèrent la masse principale de la roche. Ce sont ces parties accessoires, sulfures, azotures, argonures, carbures, fluorures, phosphures, arséniures, sulfosilicates, etc., qui, dans nos expériences d'attaque du granit par l'eau, aidée ou non des acides, donnent naissance aux gaz observés, en même temps qu'à une faible quantité d'iode, de sels ammoniacaux, d'arsénites, d'acide fluosilicique, de composés phosphorés, ferrugineux, alumineux, etc., sur lesquels nous reviendrons dans un prochain Mémoire.

» La faible proportion de ces produits les a fait généralement négliger jusqu'ici, mais on comprend tout l'intérêt de leur étude attentive : si nous ne pouvons, en effet, pénétrer directement, par sondages, jusqu'à la masse métallique du globe, les roches granitiques et les autres roches anciennes nous donnent, par les produits accessoires qu'elles ont retenus, une idée de la composition des couches sous-jacentes d'où elles sont sorties, et la nature de leurs impuretés, dévoilée par leurs produits de décomposition, est, en effet, bien conforme à l'idée que nous nous faisons de la composition de ces couches sous-granitiques.

» En ce qui concerne la formation du gaz hydrogène, le plus abondant

et le plus imprévu des gaz qui se produisent dans l'attaque du granit par l'eau, tout se passe, ainsi que je m'en suis assuré par les dosages simultanés de ce gaz et de la petite quantité d'ammoniaque qui se forme en même temps, comme si ces deux substances provenaient principalement de la décomposition par l'eau d'azotures et particulièrement de l'azoture de fer Az^2Fe^6.

$$Az^2Fe^6 + 6H^2O = 2AzH^3 + 6FeO + 6H.$$

» L'ammoniaque se produit, en effet, presque proportionnellement à cette équation, quoique toujours avec un excès d'hydrogène, d'autres substances, carbures, sulfures, etc., donnant aussi naissance à ce gaz, et un peu d'azote se dégageant en même temps à l'état libre.

» Je n'ai pas encore extrait l'azoture Az^2Fe^6 de la roche, mais je rappelle que les azotures Az^2Fe^4 et Az^2Fe^5, donnant de l'hydrogène et de l'ammoniaque lorsqu'on les attaque par l'eau acidifiée, ont été trouvés en enduits cristallins métalliques dans les fissures des laves de l'Etna (1).

» Quant aux hydrocarbures, ils ont certainement pour origine la décomposition par l'eau des carbures de fer et d'aluminium retenus dans les granits.

» Nous reviendrons, dans un prochain Mémoire, sur l'origine de l'hydrogène sulfuré et de l'acide carbonique dus à la décomposition par l'eau de sulfosilicates et carboxysulfures.

» En dehors de toute explication théorique, il résulte de mes recherches relatives à l'action de l'eau sur les granits que, dans les régions médiocrement profondes qui atteignent seulement 280°, et *a fortiori* au delà, partout où peut pénétrer l'eau ou sa vapeur, l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré, l'azote, etc., prennent naissance comme dans ces expériences.

» La pénétration de l'eau superficielle jusqu'aux régions ignées du globe n'est pas nécessaire pour expliquer la formation de ces gaz et des produits accessoires identiques à ceux qui sortent des volcans. Ils prennent naissance grâce à l'action de l'eau, non sur les micas, quartz, feldspaths, etc., et autres silicates qui forment la masse principale des terrains les plus anciens, mais bien sur les principes métalliques empruntés autrefois au noyau terrestre en fusion et restés inclus en petite proportion dans ces roches lors de leur solidification. Les régions moyennement profondes du globe deviennent ainsi une source continue d'hydrogène et autres gaz dits *volcaniques;* ils

(1) O. Silvestri, *Pogg. Ann.*, t. CLVII, p. 165.

s'échappent par toutes les fissures, suffioni ou évents, ainsi que par beaucoup de sources minérales froides ou chaudes et, s'ils ne trouvent pas d'issue immédiate, ils imprègnent les roches sous forte pression et, dans le cas de l'eau, de l'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique, etc., ils s'unissent à leurs matériaux; ou, si ces gaz sont chimiquement inertes, tels que sont l'hydrogène, le méthane ou l'azote, ils arrivent par diffusion jusqu'à la surface du sol et s'échappent lentement dans l'atmosphère.

» Ces phénomènes se continuent depuis que l'eau s'est formée et qu'elle a pu réagir sur les matériaux terrestres, c'est-à-dire depuis les temps les plus lointains; et il y aurait lieu de se demander si l'hydrogène ainsi accumulé sans discontinuité dans notre atmosphère, ne représente pas un volume bien supérieur au deux dix-millièmes que nous y avons trouvés, ou, si ce gaz s'élevant peu à peu vers les régions supérieures, ne s'échappe pas dans l'espace.

» Mais la solution de cette nouvelle question n'est pas indispensable ici. Dans ce Travail, nous avons voulu éclairer avant tout le problème de l'une des origines de l'hydrogène aérien; la seconde origine nous paraît être le résidu resté dans l'atmosphère au moment de la formation de l'eau terrestre, par la combustion de ce gaz hydrogène en présence d'un excès d'oxygène, d'azote, d'acide carbonique et de vapeurs diverses. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Observations sur le développement des Onychophores.* Note de M. **E.-L. Bouvier.**

« En étudiant la riche collection d'Onychophores du Musée britannique, j'ai eu l'occasion d'observer qu'une espèce de l'Afrique australe, le *Peripatopsis Sedgwicki* Purcell, se distingue des autres espèces du même genre et se rapproche du *Paraperipatus Novæ-Britanniæ* Willey par la vésicule blastodermique implantée sur la tête de ses embryons et par les divers degrés d'évolution que présentent ces derniers à l'intérieur d'une même femelle. Ces faits ont été mentionnés, très incidemment, dans un Travail d'ensemble publié par le *Quarterly Journal;* depuis, ayant eu à ma disposition les matériaux du Musée de Hambourg et une femelle gravide due à la libéralité de M. Purcell, j'ai pu compléter ces observations et les rectifier en les précisant davantage.

» La vésicule blastodermique nutritive, telle que je l'avais trouvée au début de mes recherches, se présente sous la forme d'un sac fort réduit qui s'attache sur la nuque par un grêle pédoncule. Les embryons, à ce stade, sont recourbés sur eux-mêmes et mesurent 8^{mm} ou 9^{mm} de longueur; ils ont une cavité buccale bien formée, de larges intervalles entre leurs appendices et des lobes procéphaliques à peine saillants.

» Au stade plus jeune où les embryons sont enroulés en spirale, et où de puissants lobes procéphaliques se voient en avant de la bouche largement ouverte, le sac vésiculaire devient véritablement énorme; il occupe généralement deux dilatations successives de l'utérus de la femelle et présente alors un fort étranglement dans son milieu. Les embryons, à ce stade, ont environ 3^{mm} de longueur et leur vésicule ne mesure pas moins de 5^{mm} à 6^{mm}; ils sont absolument identiques aux embryons correspondants du *Paraperipatus Novæ-Britanniæ* et se caractérisent, comme eux, par l'enroulement spiral. On voit sur la nuque un évasement ouvert auquel vient se rattacher le pédoncule de l'énorme vésicule nutritive.

» Il est difficile, à ce dernier stade, de se rendre compte des différences que peuvent présenter les embryons d'une même femelle; ils ont tous à peu près la même taille, des bourgeons appendiculaires rapprochés et une très grande vésicule, ce qui rend leur comparaison fort difficile. Mais il n'en est pas de même quand on se reporte à un stade plus avancé. J'ai soigneusement comparé les embryons à petite vésicule contenus dans une même femelle et j'ai pu constater que les plus rapprochés des ovaires ont encore une vésicule assez forte, que cet organe se réduit à mesure qu'on se rapproche du vagin et que les plus voisins de ce dernier en sont totalement dépourvus. Ces différences d'évolution n'ont pas été observées dans les autres *Peripatopsis;* elles sont d'ailleurs infiniment moins grandes que chez les *Paraperipatus* et *Peripatus*, Onychophores où l'on peut observer tous les stades, au sein d'une même femelle.

» Quand les embryons sont presque mûrs et sur le point de naître, ils n'ont plus de vésicule et paraissent de nouveau tous semblables. Mais alors on observe dans les branches utérines, au voisinage de l'ovaire, de très petits embryons qui proviennent d'œufs récemment expulsés. Un peu plus tard, les gros embryons sont évacués et il ne reste plus que les petits qui forment un chapelet plus gros et plus long. Il semble, dès lors, que les femelles de *P. Sedgwicki* sont toujours en gestation, et je dois dire, en fait, que je les ai toujours trouvées à cet état.

» Par la vésicule nutritive de ses embryons, le *P. Sedgwicki* rappelle à

tous égards les *Paraperipatus* et diffère absolument de tous les autres Onychophores connus, même de ceux qui appartiennent, comme lui, au genre *Peripatopsis*. C'est, d'ailleurs, la seule différence qu'il présente avec ces derniers; pour le reste, il leur ressemble en tout et les organes génitaux des deux sexes ont identiquement la même structure. Au surplus, en dehors de variations assez légères, l'observation précédente peut très bien s'appliquer au groupe tout entier. En s'adaptant à la vie aérienne, les Annélides marines qui se transformaient en Onychophores ont conservé une organisation fort homogène, tout en se pliant aux processus de développement les plus variés : les *Peripatus*, les *Paraperipatus* et les *Peripatoides* sont des animaux fort semblables, et pourtant les embryons des premiers se nourrissent par l'intermédiaire d'un placenta, ceux des seconds à l'aide d'une vésicule blastodermique, tandis que les embryons des troisièmes ont pour aliment exclusif le jaune d'un œuf volumineux. J'en conclus qu'il est imprudent de s'appuyer sur des caractères embryogéniques pour grouper en genres les animaux qui nous occupent.

» Il y a lieu de croire, toutefois, que ces caractères embryogéniques, malgré leur variété, ne sont pas indépendants les uns des autres, et qu'ils permettent d'établir, avec assez de précision, les affinités zoologiques ou les enchaînements des divers Onychophores. Avec ses embryons vésiculés et peu différents les uns des autres, le *P. Sedgwicki* me paraît établir le lien naturel qui rattache les *Paraperipatus* aux nombreux *Peripatopsis* de l'Afrique australe. Il est la forme primitive du genre; les autres *Peripatopsis* en dériveraient par atrophie de la vésicule et simultanéité plus grande dans le développement des embryons. »

CORRESPONDANCE.

GÉODÉSIE. — *Sur la correction topographique des observations pendulaires.* Note de M. J. Collet, présentée par M. Lœwy.

« Les recherches sur la distribution de la pesanteur à la surface de la Terre exigent tout d'abord que chaque résultat d'observations pendulaires soit corrigé de l'action résultant des irrégularités du sol environnant. Il faut en effet obtenir, pour chaque station, la valeur de g dans l'hypothèse où la surface terrestre serait limitée au niveau de cette station, avec une

densité uniforme pour le sous-sol : tel est le but de la *correction topographique*.

» Quand on n'a à considérer que quelques massifs isolés, cette correction est facile à effectuer et devient rapidement négligeable quand la distance augmente. Ainsi pour une montagne conique de rayon R, de hauteur h, de poids spécifique δ, la correction pour g, à une distance d, serait approximativement $X = 10^3 \frac{\pi}{12} \frac{f\delta}{g} \frac{R^2 h^2}{d^3}$, f désignant le coefficient de l'attraction dont la valeur est $f = 65^m \times 10^{-11}$. On voit que X varie en raison inverse du cube de la distance. Et si l'on pose, par exemple, $a = 2000^m$, $h = 1000^m$, $d = 3000^m$, $\delta = 2,7$, on trouve $X < 0,000007$, ce qui est négligeable.

» Mais les choses se compliquent extrêmement quand on opère au milieu d'un vaste massif comme les Alpes. A cause de la continuité des masses troublantes, leur action s'exerce à des distances considérables, et son calcul devient délicat et pénible, pour peu encore qu'il faille s'occuper du degré de l'approximation obtenue.

» Voici la marche que j'ai suivie pour les stations de La Bérarde et du Lautaret, situées à 1738^m et à 2057^m au milieu des Alpes ([1]).

» La masse troublante a été décomposée en troncs de prismes droits ayant leurs bases au niveau de la station. Ces bases sont déterminées par des circonférences concentriques à la station et par des rayons. Pour chaque prisme, la hauteur moyenne h est déterminée de façon à conserver son volume.

» J'ai employé, pour cela, les relevés en courbes de niveau de l'État-Major, au $\frac{1}{40000}$, à l'aide desquels on peut obtenir, avec une approximation suffisante, l'altitude d'un point quelconque. Quand la face supérieure ABCD du tronc se trouve assez régulière pour pouvoir être considérée comme plane, ce qu'indiquent le parallélisme et l'équidistance des courbes de niveau, h est la moyenne des cotes relatives des sommets A, B, C, D. Dans le cas contraire, on a recours à une subdivision en prismes, à bases équivalentes, ordinairement rectangulaires, en assez grand nombre et tellement disposés que, pour chacun d'eux, la surface supérieure puisse être considérée comme plane. Alors la hauteur moyenne du tronc est la moyenne des hauteurs obtenues pour ses différentes parties.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 634, et t. CXXX, p. 642.

» Pour tous ces prismes, la correction de g devra être additive, leur action sur le pendule s'exerçant de bas en haut.

» Mais ici une importante observation doit être faite.

» Jusqu'à présent on n'a considéré que le relief du sol au-dessus du niveau de la station : or, il y a lieu de tenir compte des déclivités de la surface au-dessous de ce niveau.

» La gravité corrigée pour la station doit supposer le sol partout limité à son niveau, avec une densité partout égale à celle de son sous-sol. Il faut donc tenir compte du *relief négatif* et supposer qu'on le comble pour effectuer la correction. Il en résultera alors un accroissement de g. En d'autres termes, les deux corrections seront additives et se calculeront de la même façon, avec cette remarque que, pour le relief négatif, la densité doit être celle du sous-sol de la station.

» Pour chaque prisme, positif ou négatif, on supposera alors que toute sa masse soit uniformément répartie sur la verticale du point central de sa base, et l'on calculera ensuite la correction correspondante de g par la formule

$$(1) \qquad X_n^i = 10^3 \frac{2\pi}{k} \frac{\delta f l}{g}\left(1 - \frac{R_n}{\sqrt{R_n^2 + h_i^2}}\right),$$

en désignant par k le nombre des secteurs égaux de la couronne,
par h_i la hauteur du prisme dans le secteur de rang i,
par R_n le rayon moyen de la n^e couronne, en mètres,
par l l'épaisseur de la couronne,
par δ le poids spécifique,
par f le coefficient d'attraction, $65^m \times 10^{-11}$.

» En réunissant les corrections relatives à tous les prismes d'une même couronne, on aura

$$(2) \qquad \begin{cases} X_n = A\Sigma_i\left(\dfrac{b_i - R_n}{b_i}\right), & b_i = \sqrt{R_n^2 + h_i^2}, \\ A = 10^3 \dfrac{2\pi}{k} \dfrac{\delta f l}{g} & (i = 1, 2 \ldots, k). \end{cases}$$

» La correction totale sera la somme des valeurs telles que X_n pour l'ensemble des couronnes qui exercent une action sensible sur le pendule.

» Pour Le Lautaret comme pour La Bérarde, les rayons R_n forment une progression arithmétique dont la raison est $l = 500^m$, le premier rayon

étant $R_1 = 500^m$. On a pris partout $\delta = 2,7$. Le nombre des couronnes dont on a calculé l'action a été de 20 à La Bérarde avec $k = 12$, et de 19 au Lautaret avec $k = 18$. Enfin, à cause de la prépondérance très marquée de l'action des masses les plus voisines, les deux premières couronnes, à La Bérarde, ont été chacune, pour plus de précision, subdivisées en deux autres.

» Voici les résultats numériques fournis par les laborieux calculs auxquels donne lieu l'application de cette méthode :

La Bérarde..............	$A = 46836 \times 10^{-9}$,	$X = 0,000185$
Le Lautaret..............	$A = 31224 \times 10^{-9}$,	$X = 0,000062$

» On voit, comme je l'avais prévu, que la correction au Lautaret est beaucoup plus faible qu'à La Bérarde : elle en est exactement le tiers.

» Nous nous proposons de montrer ultérieurement que ces résultats ne comportent que des erreurs inférieures à 0,00001, ce qui est la limite de précision que l'on peut, en l'état, espérer des observations pendulaires. »

ASTRONOMIE. — *Observations des Perséides, faites à Athènes.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. M. Lœwy.

« Pendant huit soirées de suite, du 5 au 12 du mois d'août de cette année, trois observateurs, MM. Terzakis, Maris et Tsapékos, ont observé à l'observatoire d'Athènes l'essaim des Perséides. Le temps était beau, mais la présence de la Lune gênait fort les observations.

» Voici les résultats obtenus :

Date. 1900.	Heure.	Nombre de météores.	Nombre horaire.	Radiants.
5 août........	$9^h.30^m$–$13^h.30^m$	9	2.......	$\alpha = 48^\circ.48^\circ.\ 24^\circ.$ $\delta = 45.61.\ 51.$
6 »	8.45–13.30	8	2.......	$\alpha = 34.38.355.$ $\delta = 57.37.\ 48.$
7 »	9.30–14.	14	3.......	$\alpha = 45.10.$ $\delta = 56.37$
8 »	10. –16.	30	5.......	$\alpha = 48.38.\ 40^\circ.40^\circ$ $\delta = 58.41.\ 58^\circ.38^\circ$
9 »	10. –16.10	20	3.......	$\alpha = 45.35.$ $\delta = 54.56$

Date. 1900.	Heure.	Nombre ds météores.	Nombre horaire.	Radiants.
10 août.......	10h. -16h.10m	20	3.......	$\alpha = 42°.44°$. $\delta = 56.51$.
11 »	10. -16.20	74	12.......	$\alpha = 43.41$. 30°.38°.52 $\delta = 56.41$. 55°.51°.48
12 »	10. -13	6	2.......	$\alpha = 40$. $\delta = 55$.

» Le maximum a été observé le 11 vers 13h. Les météores étaient de couleur jaune rougeâtre et, la plupart du temps, de 5e grandeur. Ces observations, ainsi que celles des trois dernières années de l'observatoire d'Athènes, confirment la remarque que l'essaim des Perséides possède un grand nombre de points radiants. Ces points ne sont pas tous les mêmes tous les ans; mais le centre principal d'émanation est toujours situé près de η Persée. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Premiers résultats des recherches faites sur la reconnaissance de la couronne solaire en dehors des éclipses avec l'aide des rayons calorifiques.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen (¹).

« La couronne, qui est la partie la plus haute, la plus étendue et la plus mystérieuse de l'atmosphère solaire, n'a pas encore été observée en dehors des éclipses totales. Cependant plusieurs tentatives ont été faites pour la reconnaître et la photographier en temps ordinaire, en particulier par Sir W. Huggins en 1885, par MM. Hale et Ricco en 1893 et 1894 et par moi-même de 1891 à 1893.

» En février 1894 (*Bulletin astronomique*, p. 66), j'ai indiqué une nouvelle méthode à suivre pour atteindre le résultat. Les essais précédents ont été faits avec les rayons lumineux et ultra-violets; or ces rayons sont trop intenses dans la lumière diffuse de notre ciel, qui est l'obstacle interposé entre nous et la couronne. Mais, pour des raisons trop longues à rappeler, l'obstacle est diminué considérablement avec les rayons infra-rouges extrêmes. Bref la reconnaissance journalière de la couronne est liée à l'enregistrement pratique des images formées par les rayons calorifiques seuls.

» En 1895, M. Hale, adoptant ces idées, a organisé un appareil diffé-

(¹) Cette Note a été présentée à l'Académie dans la séance du 15 octobre.

rentiel à deux bolomètres, très délicat et très sensible, pour l'étude de la couronne. L'appareil mesure, en un point du ciel, la chaleur émise par la couronne, augmentée d'une portion notable de la chaleur diffuse atmosphérique, mais il n'a donné encore aucun résultat net sur la couronne ([1]).

» De mon côté, j'ai poursuivi mon idée première. Le rayonnement infra-rouge de notre ciel est faible, mais, d'autre part, le rayonnement infra-rouge de la couronne est-il notable? Je me suis proposé de le mesurer dans l'éclipse totale de 1896 au Japon. J'avais organisé dans ce but un appareil très simple, à pile thermo-électrique, qui n'a pu être utilisé à cause du mauvais temps. J'ai employé ce même appareil pour la même recherche pendant l'éclipse de mai 1900, en Espagne, avec le concours de M. Charbonneaux, astronome assistant (voir *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1691). Le rayonnement infra-rouge aux environs de $\lambda\ 1^{\mu},3$ a été trouvé notable, et même compris entre la moitié et le tiers du rayonnement des mêmes points du ciel après l'éclipse, dans une station élevée où l'air, il est vrai, est remarquablement pur et sec. Ce résultat montre la possibilité d'obtenir la couronne en temps ordinaire avec les rayons calorifiques seuls.

» Au retour, j'ai employé à Meudon, où le ciel est cependant moins favorable, le même appareil et un appareil similaire à l'étude journalière de la couronne, toujours avec le concours de M. Charbonneaux, et je présente les premiers résultats, qui sont de faible importance, mais montrent au moins la valeur de la méthode.

» L'appareil de l'éclipse comprenait : 1° un miroir de $0^{m},30$ et de $1^{m},50$ de distance focale; 2° un spectroscope à fente, à lentilles et prisme de crown; 3° une pile de Melloni sensible; 4° un galvanomètre Deprez-d'Arsonval, assez peu sensible, mais apériodique, à zéro bien fixe, simple et d'un maniement facile. La fente du collimateur avait 12^{mm} de haut et 1^{mm} de large; la pile recevait seulement la chaleur infra-rouge, à peu près entre $\lambda\ 1^{\mu}$ et $\lambda\ 1^{\mu},8$ ([2]).

([1]) Les essais de M. Hale ont été faits à l'époque du maximum des taches, alors que la couronne a la même intensité et la même épaisseur tout autour du bord solaire. De là, probablement, la cause de l'insuccès.

([2]) Ces détails permettent de mieux comprendre la cause des différences entre nos résultats et ceux de M. Abbot, qui, dans la même éclipse, a mesuré aussi la chaleur de la couronne, mais avec un bolomètre très sensible. Dans son appareil, le rayonnement ne traverse aucun verre ou absorbant, et comprend tous les rayons de haute et basse température de $0^{\mu},5$ à 60^{μ} au moins. Notre mesure, au contraire, a porté seulement sur des rayons de haute température. M. Abbot a trouvé pour le centre de la Lune et

» A Meudon, la pile de Melloni a été remplacée par une pile Rubens, et la fente du collimateur par un trou rond de 4^{mm}. On déplaçait le Soleil autour de ce trou, de manière à mesurer les chaleurs de points écartés de 3′ d'arc sur un même diamètre, de 5′ à 20′ du bord. Or constamment, à toutes les heures de la journée, la somme des déviations mesurées sur l'équateur solaire a été trouvée supérieure à la somme correspondante de la ligne des pôles. Cette différence caractéristique a été rapportée à la couronne, qui a actuellement la forme spéciale au minimum des taches et est plus intense à l'équateur qu'aux pôles ([1]).

» Dans un second appareil, le trou de 4^{mm} a été remplacé par un trou de 1^{mm}, le prisme a été supprimé, et le faisceau projeté directement sur la pile linéaire par une lentille cylindrique. La pile recevait les rayons de $0^{\mu},5$ à $2^{\mu},8$ (limite de transparence du verre). Or, dans cette seconde série d'expériences, les résultats ont été les mêmes que précédemment. Je donne ici le Tableau des déviations totales mesurées sur les quatre directions principales :

	Pôle		Équateur	
	nord.	sud.	est.	ouest.
26 septembre ...	21,0	22,7	26,4	24,0
27 » ...	23,0	21,5	25,5	27,0
3 octobre......	22,8	21,2	27,8	27,9
5 »	22,2	21,7	28,6	28,8
6 »	23,8	22,3	27,8	28,1

» Comme on pouvait craindre une erreur systématique due à la position de l'appareil récepteur, on a tourné de 90° cet appareil (support de trou, lentille cylindrique et pile), le trou restant fixe ([2]). Les résultats sont encore les mêmes. Les différences constatées semblent donc être bien dues à la couronne, et seraient la première manifestation de cette couronne en dehors des éclipses.

---

la couronne intérieure des déviations négatives et en conclut que la couronne est plus froide que le bolomètre. Or la couronne émet sûrement des rayons rouges et jaunes intenses qui donnent de fortes déviations positives avec un bolomètre sensible. Il faut que les rayons de basse température à déviation négative soient plus intenses encore.

([1]) Il faut admettre, en effet, que la chaleur diffuse de notre atmosphère est également répartie autour du Soleil.

([2]) On a évité aussi toute cause d'erreur due à une variation possible de la chaleur diffuse du ciel, en mesurant plusieurs fois, pendant l'expérience, la chaleur émise par un même point du ciel.

» Mais ces résultats, obtenus avec des appareils grossiers et peu coûteux, sont incomplets. Pour aller plus loin, il faudrait avoir un galvanomètre plus sensible, organiser la rotation de l'appareil récepteur autour du centre du Soleil, pour éviter les pertes de temps, ne mesurer que la chaleur infra-rouge en dehors des bandes d'absorption de la vapeur d'eau et essayer un enregistrement photographique des déviations, susceptible de reconstituer par points l'image de la couronne.

» Cependant la photographie directe des images formées avec les rayons infra-rouges, non encore réalisée, est seule capable de fournir une solution complète; elle donnerait en même temps la partie basse de l'atmosphère solaire (chromosphère et protubérances) plus simplement que la méthode classique du spectroscope. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la convergence des coefficients du développement de la fonction perturbatrice.* Note de M. **A. Féraud**, présentée par M. H. Poincaré.

« La méthode, donnée par M. H. Poincaré, pour déterminer le domaine de convergence des coefficients du développement de la fonction perturbatrice considérés comme fonctions des excentricités et de l'inclinaison, est susceptible d'être appliquée au cas où l'une des orbites est circulaire, l'autre elliptique, et où le grand axe de l'orbite elliptique est confondu avec la ligne des nœuds.

» Les coefficients en question étant considérés comme des fonctions de e' et de $\sin J$, les valeurs critiques de ces quantités sont ici données par les équations

$$(A)\qquad e'^2 - 1 = 0,$$

$$(B)\qquad \sin^2 J - 1 = 0,$$

$$(C)\qquad e'^2 \sin^2 J - \sin^2 J - e'^2 = 0,$$

$$(D)\qquad a'(e' \pm 1) \pm a = 0,$$

$$(E)\quad \left\{\begin{aligned} &4a'^2 a^4 \sin^6 J (1 - e'^2)^3 - a^2 \sin^4 J (1 - e'^2)^2 \\ &\quad \times [8a'^4 e'^4 + 4(5a'^2 - 2a^2)a'^2 e'^2 - (a'^2 - a^2)^2] \\ &\qquad - 2\sin^2 J e'^2 (1 - e'^2)[-2a'^6 e'^6 + 2(3a'^2 + 2a^2)a'^4 e \\ &\qquad\qquad + (-6a'^4 + a'^2 a^2 - a^4)a'^2 e'^2 \\ &\qquad\qquad\qquad + (a'^2 - a^2)^2 (2a'^2 - a^2)] \\ &\qquad\qquad + a^2 e'^4 [a'^4 e'^4 - 2(a'^2 + a^2)a'^2 e'^2 + (a'^2 - a^2)^2] = 0. \end{aligned}\right.$$

» Lorsque l'on suppose l'excentricité de Jupiter nulle, 32 des 417 premières petites planètes remplissent sensiblement les conditions théoriques précédentes. Ce sont celles dont les numéros suivent

11	22	24	33	43	50	51	55	79	83	100	101
103	126	135	140	149	171	176	180	199	215	216	221
248	289	294	314	348	354	373	377				

» J'ai eu particulièrement pour but de montrer que, pour chacune de ces planètes, les coefficients en question sont convergents à l'intérieur des cercles ayant pour centre l'origine et pour rayons l'excentricité et le sinus de l'inclinaison de la planète.

» Une discussion bien simple montre, en effet, que les valeurs critiques définies par les équations (A), (B), (C), (D) ne sont pas à retenir.

» Les valeurs critiques définies par l'équation (E) peuvent être considérées comme situées sur une surface de Riemann à 6 feuillets appliquée sur le plan de la variable e'.

» Lorsque e' se déplace à l'intérieur du cercle ayant pour centre l'origine et pour rayon l'excentricité de la planète, les valeurs correspondantes de $\sin J$ décrivent les divers feuillets, sans changer de feuillet.

» Dans ces conditions, les quatre valeurs critiques de $\sin J$ définies par l'équation (E), qui deviennent nulles pour $e' = 0$, peuvent être écartées au même titre que les valeurs définies par l'équation (c). En outre, les deux autres valeurs de $\sin J$, qui seules sont acceptables, peuvent être développées en séries procédant suivant les puissances de e'^2.

$$\begin{aligned}
&\pm 2\sqrt{-1}\,\frac{m}{1-m^2}\sin J \\
&\quad = 1 + \frac{1}{2}\left[1 - \frac{4}{(1-m^2)^2}\right]e'^2 + \left[\frac{3}{8} - \frac{1}{(1-m^2)^2} + \frac{4}{(1-m^2)^3} - \frac{2}{(1-m^2)^4}\right]e'^4 \\
&\quad + \left[\frac{5}{16} - \frac{3}{4(1-m^2)^2} + \frac{2}{(1-m^2)^3} - \frac{9}{(1-m^2)^4} + \frac{8}{(1-m^2)^5} - \frac{4}{(1-m^2)^6}\right]e'^6 \\
&\quad + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,
\end{aligned}$$

où il a été posé $m = \frac{a}{a'}$.

» Pour chacune des petites planètes énumérées, lorsque e' se déplace à l'intérieur du cercle ayant pour centre l'origine et pour rayon l'excentricité de la planète, les modules des valeurs de $\sin J$ définies par l'équation précédente restent supérieurs au sinus de l'inclinaison de la planète.

» Pour toutes ces planètes, la convergence des coefficients en question est dès lors assurée. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Démonstration du théorème d'Adams; existence d'une proposition analogue.* Note de M. L. **Picart**, présentée par M. Poincaré.

« Soient x l'une des coordonnées rectangulaires de la Lune, y la projection de la vitesse sur l'axe correspondant. Les équations du mouvement de la Lune, quand on néglige les termes parallactiques, s'écrivent

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\partial F}{\partial y}, \qquad \frac{dy}{dt} = -\frac{\partial F}{\partial x},$$

on a $F = T - U - V$, où $T = \frac{\Sigma y^2}{2}$, $U = \frac{\mu}{\sqrt{\Sigma x^2}}$, et où V est une fonction homogène du second degré par rapport aux x, les coefficients étant des fonctions connues du temps.

» Considérons une orbite voisine de l'orbite réelle, et désignons par δx et δy les variations de x et de y. On aura

$$\frac{d}{dt}\sum x\,\delta y = \sum \frac{\partial F}{\partial y}\delta y - \sum x\,\delta\frac{\partial F}{\partial x}, \qquad \frac{d}{dt}\sum y\,\delta x = -\sum\frac{\partial F}{\partial x}\delta x + \sum y\,\delta\frac{\partial F}{\partial y}.$$

» Mais, des identités

$$\sum \frac{\partial F}{\partial x}\delta x = -\delta U - \delta V, \qquad \sum x\frac{\partial F}{\partial x} = U - 2V,$$

on tire

$$\sum x\,\delta\frac{\partial F}{\partial x} = 2\,\delta U - \delta V.$$

De même on a

$$\sum\frac{\partial F}{\partial y}\delta y = \delta T \qquad \text{et} \qquad \sum y\,\delta\frac{\partial F}{\partial y} = \delta T.$$

Il vient donc

$$\frac{d}{dt}\sum x\,\delta y = \delta T - 2\delta U + \delta V,$$

$$\frac{d}{dt}\sum y\,\delta x = \delta T + \delta U + \delta V;$$

d'où

(1) $$\frac{d}{dt}\sum(y\,\delta x - x\,\delta y) = 3\,\delta U.$$

» L'intégrale $\int\sum(y\,\delta x - x\,\delta y)$ est donc un *invariant intégral relatif*, elle est constante le long d'une courbe fermée, et en général égale à $3\mu\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_0}\right)t+\text{const.}$

» C'est de cette équation (1) que nous allons déduire le théorème d'Adams. Supposons que les x et les y soient, par la méthode de Delaunay, développés en séries trigonométriques dont les quatre arguments sont τ, φ, γ', η (Tisserand, *Mécanique céleste*, t. III, p. 260). Donnons à e et γ^2 les variations δe et $\delta\gamma^2$; τ et φ' ne varieront pas, φ et η prendront des variations telles que l'on ait

$$\frac{d}{dt}\delta\varphi = n\,\delta c = n\mathrm{H}\,\delta e^2 + n\mathrm{K}\,\delta\gamma^2+\ldots,$$

$$\frac{d}{dt}\delta\eta = n\,\delta g = n\mathrm{M}\,\delta e^2 + n\mathrm{N}\,\delta\gamma^2+\ldots,$$

on aura

$$\delta x = \frac{\partial x}{\partial e}\delta e + \frac{\partial x}{\partial\gamma^2}\delta\gamma^2 + \frac{\partial x}{\partial\varphi}\delta\varphi + \frac{\partial x}{\partial\eta}\delta\eta,$$

$$\delta y = \frac{\partial y}{\partial e}\delta e + \frac{\partial y}{\partial\gamma^2}\delta\gamma^2 + \frac{\partial y}{\partial\varphi}\delta\varphi + \frac{\partial y}{\partial\eta}\delta\eta.$$

» En substituant ces développements dans la relation (1), elle devra être satisfaite *formellement*.

» Considérons seulement les valeurs moyennes, que nous désignons par le symbole | |. On devra avoir

$$(2)\qquad \left|\frac{d}{dt}\sum\left(x\frac{\partial y}{\partial\varphi}-y\frac{\partial x}{\partial\varphi}\right)\delta\varphi + \frac{d}{dt}\sum\left(x\frac{\partial y}{\partial\eta}-y\frac{\partial x}{\partial\eta}\right)\delta\eta\right| = 3\,|\delta\mathrm{U}|.$$

» On a, d'autre part,

$$|\delta\mathrm{U}| = \mathrm{B}\,\delta^2 + \mathrm{C}\,\delta\gamma^2 + 2\mathrm{E}e^2\delta^2 + 2\mathrm{F}(e^2\delta\gamma^2+\gamma^2\delta e^2) + 2\mathrm{G}\gamma^2\delta\gamma^2+\ldots.$$

» Le premier membre de la relation (2) ne doit donc contenir que e^2 ou δe^2; d'autre part, B et C doivent être nuls, puisque, pour $e^2=\gamma^2=0$, les expressions de x et de y ne contiennent ni φ ni η.

» Revenons maintenant à la relation (1) et considérons les termes en $t\cos(2i\tau+j\varphi+j'\varphi'+2k\eta)$ qui figurent dans le premier membre; ces termes doivent disparaître, de sorte qu'on a

$$(3)\qquad \delta c\,\frac{d}{dt}\sum\left(x\frac{\partial y}{\partial\varphi}-y\frac{\partial x}{\partial\varphi}\right) + \delta g\,\frac{d}{dt}\sum\left(x\frac{\partial y}{\partial\eta}-y\frac{\partial x}{\partial\eta}\right) = 0.$$

» Puisque la dernière somme s'annule pour $\gamma^2 = 0$, on a

$$\sum\left(x\frac{\partial y}{\partial \varphi} - y\frac{\partial x}{\partial \varphi}\right) = \lambda + \gamma^2 f(t),$$

λ étant une constante qui doit d'ailleurs être divisible par e^2, aussi bien que la fonction $f(t)$. Le terme d'ordre moindre dans l'expression précédente est donc unique et se réduit à $\lambda' e^2$. D'où, en vertu de (2),

$$n\mathrm{H}\lambda' = 6\mathrm{E}, \qquad n\mathrm{K}\lambda' = 6\mathrm{F}.$$

» De même,

$$n\mathrm{M}\lambda'' = 6\mathrm{F}, \qquad n\mathrm{N}\lambda'' = 6\mathrm{G}.$$

» C'est la seconde partie du théorème d'Adams.

» On peut établir une proposition analogue, relative aux développements des éléments osculateurs de l'orbite lunaire. Soient $\mathrm{L}, \mathrm{G}, \Theta, l, g, \theta$ les variables appelées *képlériennes* par M. Poincaré; nous aurons les équations

$$\frac{dl}{dt} = \frac{\partial \mathrm{F}}{\partial \mathrm{L}}, \qquad \frac{d\mathrm{L}}{dt} = \frac{\partial \mathrm{F}}{\partial l}, \qquad \ldots,$$

F est une somme de deux termes dont le premier est $-\frac{\mu}{2\mathrm{L}^2}$, tandis que le second, V, est homogène et du quatrième degré par rapport à $\mathrm{L}, \Theta, \mathrm{G}$. D'un calcul tout à fait analogue au précédent on déduira

$$(1\ bis) \qquad \frac{d}{dt}(\mathrm{L}\,\delta l + \mathrm{G}\,\delta g + \Theta\,\delta\theta) = -\frac{3\mu}{\mathrm{L}^3}\delta\mathrm{L} + 3\delta\mathrm{V}.$$

» L'intégrale $\int(\mathrm{L}\,\delta l + \mathrm{G}\,\delta g + \Theta\,\delta\theta)$ est encore constante lorsqu'elle est prise le long d'une courbe fermée; mais sa variation, lorsqu'elle s'étend à une courbe non fermée, est assez compliquée, V contenant explicitement le temps.

» $\mathrm{L}, \mathrm{G}, \Theta$ sont développables en séries trigonométriques; l, g, θ contiennent, en dehors des termes périodiques, des termes en t, dont nous désignerons les coefficients par $(l), (g), (\theta)$, et des termes en t^2 qui seront $[l]t^2$, $[g]t^2$, $[\theta]t^2$. V est, d'autre part, développable en série trigonométrique. Il résulte immédiatement de là que l'on doit avoir

$$\frac{d\mathrm{L}}{dt}(\delta l) + \frac{d\mathrm{G}}{dt}(\delta g) + \frac{d\Theta}{dt}(\delta\theta) = 0,$$

$$\frac{d\mathrm{L}}{dt}[\delta l] + \frac{d\mathrm{G}}{dt}[\delta g] + \frac{d\Theta}{dt}[\delta\theta] = 0,$$

$$|\mathrm{L}|[\delta l] + |\mathrm{G}|[\delta g] + |\Theta|[\delta\theta] = 0. \text{ »}$$

MÉCANIQUE. — *Sur les équations intrinsèques du mouvement d'un fil et sur le calcul de sa tension.* Note de M. G. FLOQUET.

« M. Routh a donné ([1]), pour certains cas, une équation différentielle qui, dans des conditions spécifiées, permet de calculer les tensions d'un fil sollicité par des forces extérieures connues. Il est facile d'obtenir une équation convenant à tous les cas où le fil, n'étant assujetti à aucune liaison générale, est animé d'un mouvement quelconque dans l'espace à trois dimensions.

» Reportons-nous, en effet, aux équations intrinsèques du mouvement que j'ai déjà utilisées ([2]). Dérivons les deux équations

$$\frac{\partial\xi}{\partial t} + q\zeta - r\eta = \frac{1}{m}\frac{\partial T}{\partial s} + X, \qquad \frac{\partial\xi}{\partial s} = \eta r_1,$$

la première par rapport à s, la seconde par rapport à t, puis retranchons membre à membre. Si, dans le résultat, on tient compte des autres relations, on trouve

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 T}{\partial s^2} - \frac{d\log m}{ds}\frac{\partial T}{\partial s} - r_1^2 T = m\left(r_1 Y - \frac{\partial X}{\partial s} - q^2 - r^2\right),$$

où l'on a

$$q = -\frac{\partial\zeta}{\partial s} - \eta p_1, \qquad r = \frac{\partial\eta}{\partial s} + \xi\eta_1 - \zeta p_1.$$

Quand m est indépendant de s, l'équation (1) manque du deuxième terme; on peut d'ailleurs toujours faire qu'il en soit ainsi en posant $m\,ds = d\sigma$.

» Supposons qu'à une certaine époque t on connaisse les positions et les vitesses de tous les points du fil. La courbure r_1, la torsion $-p_1$, les composantes ξ, η, ζ, q, r sont alors des fonctions connues de s, et il en est de même des projections X, Y de la force rapportée à l'unité de masse. L'équation (1) est donc une équation linéaire qui, pour l'époque t, définit la tension en fonction de s et de deux constantes arbitraires :

$$T = A\varphi(s) + B\psi(s) + \varpi(s).$$

Ces constantes A et B se détermineront par les conditions aux limites. Soient s_1 et s_2 les s des deux extrémités du fil. Si, par exemple, ces extrémités sont libres et sollicitées par des forces données F_1 et F_2, en écrivant

([1]) ROUTH, *Advanced rigid Dynamics*, t. II.

([2]) *Comptes rendus*, 25 juin 1900.

que $T(s_1)$ et $T(s_2)$ sont égaux respectivement à F_1 et à F_2, on aura deux égalités permettant de calculer A et B. Si le fil était fermé, on aurait une première relation en égalant $T(s_1)$ et $T(s_2)$; pour en obtenir une seconde, il suffirait d'exprimer que, pour $s = s_1$ et $s = s_2$, les valeurs de $\frac{\partial T}{\partial s}$ sont les mêmes.

» L'équation (1), qui permet de résoudre différentes questions, s'applique en particulier à l'instant initial, pour lequel précisément les positions et les vitesses de tous les points du fil sont regardées comme données : connaissant ces conditions initiales aux limites, on pourra obtenir ainsi les tensions initiales.

» J'ai supposé que le fil n'était soumis à aucune liaison générale. Je vais examiner maintenant le cas où le fil est assujetti à demeurer sur une surface fixe, sans frottement, et former encore une équation telle que (1), indépendante de la réaction de la surface. J'utiliserai pour cela les équations intrinsèques du mouvement du fil sur la surface, que je vais commencer par établir.

» Considérons la courbe figurée par le fil à l'époque t, un point M du fil et le trièdre dont les arêtes Mx, My, Mz sont choisies de la manière suivante : Mx est la tangente à la courbe funiculaire menée dans le sens des s positifs; Mz est la normale à la surface dirigée vers le centre de courbure de la section normale qui passe par Mx; My est la perpendiculaire au plan xMz menée dans le sens habituel. Appelons MI la normale principale au fil, dirigée vers le centre de courbure, et θ l'angle que fait Mz avec MI, cet angle étant compté à partir de MI et dans le sens direct autour de Mx. Puis projetons sur les axes Mx, My, Mz : soient p, q, r les projections de la rotation instantanée du trièdre, ξ, η, ζ celles de la vitesse du point M; soient de même p_1, q_1, r_1, ξ_1, η_1, ζ_1 les projections analogues lorsque s, variant seul, est assimilé au temps.

» On voit que ζ, ζ_1, η_1 sont nuls et que ξ_1 est l'unité. Par suite, les six équations cinématiques auxquelles satisfont les rotations et les translations [1] sont ici

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{dp}{ds} - \frac{dp_1}{dt} = qr_1 - rq_1, &\qquad& \frac{d\xi}{ds} = \eta z_1,\\ &\frac{dq}{ds} - \frac{dq_1}{dt} = rp_1 - pr_1, && \frac{dy}{ds} = r \quad - \xi r_1,\\ &\frac{dr}{ds} - \frac{dr_1}{dt} = pq_1 - qp_1, && q = \xi q_1 - yp_1,\end{aligned}\right.$$

(1) DARBOUX, *Leçons sur la Théorie générale des surfaces.*

où l'on a

$$-p_1 = \frac{1}{\tau} - \frac{d\theta}{ds}, \qquad -q_1 = \frac{\cos\theta}{\rho}, \qquad r_1 = \frac{\sin\theta}{\rho},$$

ρ et τ désignant les rayons de courbure et de torsion du fil au point M, c'est-à-dire que $-q$ représente la torsion géodésique, $-q_1$ la courbure normale et r_1 la courbure géodésique.

» La Dynamique fournit ensuite trois nouvelles équations. Soient, en effet, X, Y, Z les projections sur $\mathrm{M}x$, $\mathrm{M}y$, $\mathrm{M}z$ de la force rapportée à l'unité de masse, et N la réaction de la surface rapportée aussi à l'unité de masse et estimée positivement dans le sens $\mathrm{M}z$. On a

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} & m\left(\frac{d\xi}{dt} - ry\right) = \frac{d\mathrm{T}}{ds} \quad + m\mathrm{X}, \\ & m\left(\frac{dy}{dt} + r\xi\right) = \mathrm{T}z_1 \quad + m\mathrm{Y}, \\ & m(py - q\xi) = -\mathrm{T}q_1 + m(\mathrm{Z} + \mathrm{N}). \end{aligned} \right.$$

» La dernière des équations (2) et (3) fait connaître la réaction N. Les huit autres sont les équations intrinsèques du mouvement du fil sur la surface. Je me borne ici à en déduire l'analogue de l'équation (1): en opérant comme au début, on trouve

$$\frac{d^2\mathrm{T}}{ds^2} - \frac{d\log m}{ds}\frac{d\mathrm{T}}{ds} - r_1^2\,\mathrm{T} = m\left(r_1\,\mathrm{Y} - \frac{d\mathrm{X}}{ds} - r^2 + \frac{\eta_1^2}{\mathrm{RR}'}\right),$$

$\frac{1}{\mathrm{RR}'}$ étant la courbure totale de la surface donnée. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes orthogonaux admettant un groupe continu de transformations de Combescure*. Note de M. **D.-Th. Egorov**.

« M. Fouché a inséré ici même une Note intéressante sur les systèmes de surfaces triplement orthogonales où les surfaces d'une même famille admettent la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure (*Comptes rendus*, janvier 1898).

» Dans mes propres recherches sur les systèmes orthogonaux, j'ai été amené, sans connaître la Note de M. Fouché, à considérer sous un autre point de vue les mêmes systèmes particuliers. Comme les résultats auxquels je suis parvenu permettent de pousser plus loin le développement de la théorie de ces systèmes, je me propose d'exposer les plus importants de ceux d'entre eux qui se rapportent au sujet traité par M. Fouché.

» Les systèmes orthogonaux considérés peuvent être définis par la propriété d'*admettre un groupe continu de transformations de Combescure.*

» Par un choix convenable des paramètres, on peut ramener les équations des trajectoires du groupe à la forme $\rho_1 - \rho = \text{const.}$, $\rho_2 - \rho = \text{const.}$, ρ, ρ_1, ρ_2 étant les paramètres des trois familles du système. Les neuf cosinus X, Y, Z, X_1, ... sont évidemment des fonctions des différences $u = \rho_1 - \rho$, $v = \rho_2 - \rho$; en introduisant cette hypothèse dans les équations de M. Darboux ([1]), on obtient les expressions suivantes des quantités β_{ik} qui définissent la représentation sphérique du système

$$\beta_{ik} = \beta_{ki} = \sqrt{\frac{\partial^2 V}{\partial \rho_i \, \partial \rho_k}}, \tag{1}$$

V étant une fonction de u, v. Posons $\frac{\partial V}{\partial \rho} = \lambda$; la fonction V et, par suite, les quantités β_{ik} sont complètement définies par la condition suivante : l'expression $\theta = \frac{\partial \lambda}{\partial u} + \frac{\partial \lambda}{\partial v} + \lambda^2$ doit satisfaire à l'équation

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \lambda}{\partial u \, \partial v} \left(\frac{\frac{\partial \theta}{\partial u}}{\frac{\partial \lambda}{\partial u}} + \frac{\frac{\partial \theta}{\partial v}}{\frac{\partial \lambda}{\partial v}} \right), \tag{2}$$

qui est l'équation tangentielle de Laplace relative an système formé par les lignes de courbure des surfaces $\rho = \text{const.}$ Cette observation permet d'obtenir une solution étendue du problème, en prenant

$$\frac{\partial \lambda}{\partial u} + \frac{\partial \lambda}{\partial v} + \lambda^2 = a\lambda + b.$$

» Revenant au cas général, on obtient aisément des équations de M. Darboux (*loc. cit.*) :

$$\frac{\partial H_k}{\partial \rho_i} = \beta_{ik} H_i, \tag{3}$$

que *les quantités* H_i^2 *sont des dérivées partielles d'une même fonction*

$$\omega(\rho, \rho_1, \rho_2);$$

il en résulte la forme suivante de l'élément linéaire de l'espace :

$$ds^2 = \frac{\partial \omega}{\partial \rho} d\rho^2 + \frac{\partial \omega}{\partial \rho_1} d\rho_1^2 + \frac{\partial \omega}{\partial \rho_2} d\rho_2^2. \tag{4}$$

([1]) Darboux, *Leçons sur les systèmes orthogonaux*, p. 188-190.

» Les trois familles du système sont composées des surfaces (S) de M. Petot (*Comptes rendus*, 22 juin 1891). Parmi les nombreuses propriétés intéressantes de ces surfaces, je citerai seulement les suivantes :

» 1° *Chaque surface* (S) *est divisée par des lignes de courbure en rectangles infiniment petits dont les côtés sont proportionnels aux rayons de courbure géodésique respectifs;*

» 2° *Les deux équations de Laplace* (*ponctuelle et tangentielle*) *relatives au système des lignes de courbure ont une solution commune;*

» 3° *La détermination des lignes de courbure d'une surface* (S) exige de *simples quadratures.*

» En désignant par P, P_1, P_2 les distances de l'origine aux trois plans tangents du système orthogonal, on aura, en général, les six équations

$$\frac{\partial P_k}{\partial \rho_i} = \beta_{ki} P_i. \tag{5}$$

Pour les systèmes en question, on a $\beta_{ik} = \beta_{ki}$, et les équations (5) deviennent identiques aux équations (3) qui définissent les quantités H_i. Par conséquent, lorsqu'on a trouvé un système orthogonal Σ de l'espèce considérée, on obtiendra deux systèmes Σ_1 et Σ_{-1} de la même espèce en considérant les quantités H_i relatives au système Σ comme des quantités P_i relatives au système Σ_1, ou bien les quantités P_i relatives au système Σ comme des quantités H_i relatives au système Σ_{-1}. En continuant de même, *on obtiendra une série infinie de systèmes orthogonaux*

$$\ldots,\quad \Sigma_{-2},\quad \Sigma_{-1},\quad \Sigma,\quad \Sigma_1,\quad \Sigma_2,\quad \ldots \tag{6}$$

admettant tous la même représentation sphérique.

» Tous les systèmes de la série (6) deviennent identiques au système Σ si l'on a

$$H_i = \sigma P_i \qquad (\sigma = \text{const.}). \tag{7}$$

Comme les quantités H_i et P_i relatives à un même système sont liées par les équations

$$H_i = \frac{\partial P_i}{\partial \rho} + \frac{\partial P_i}{\partial \rho_1} + \frac{\partial P_i}{\partial \rho_2}, \tag{8}$$

on reconnaît aisément que les systèmes correspondant à l'hypothèse (7) sont composés de trois familles de surfaces homothétiques; les systèmes de cette espèce ont été considérés par M. Petot (*loc. cit.*).

» *La détermination de tous les systèmes homothétiques correspondant aux*

valeurs données des quantités β_{ik} *revient à l'intégration d'une équation linéaire ordinaire du troisième ordre;* cela résulte des équations (7), (8) et (5). Par l'inversion d'un système homothétique (le pôle de l'inversion étant au centre d'homothétie), on obtient un système de la même espèce, mais d'une représentation sphérique différente. La détermination de tous les systèmes homothétiques correspondant aux nouvelles valeurs des quantités β_{ik} n'exige aucune intégration. Ainsi, *ayant obtenu un seul système des quantités* $\beta_{ik} = \beta_{ki}$, *il ne faut qu'intégrer une équation linéaire ordinaire du troisième ordre pour obtenir une série infinie de valeurs des quantités* β_{ik} *et tous les systèmes orthogonaux homothétiques correspondants.*

» Désignons par $x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2; x_3, y_3, z_3$ les coordonnées relatives aux trois systèmes homothétiques qui correspondent aux trois solutions fondamentales de l'équation linéaire du troisième ordre; ces coordonnées dépendent du paramètre σ, en vertu des équations (7). En désignant par $\varphi_1(\sigma), \varphi_2(\sigma), \varphi_3(\sigma)$ trois fonctions arbitraires, *les formules*

$$(9) \qquad x = \int_{\sigma_1}^{\sigma'_1} x_1 \varphi_1(\sigma)\, d\sigma + \int_{\sigma_2}^{\sigma'_2} x_2 \varphi_2(\sigma)\, d\sigma + \int_{\sigma_3}^{\sigma_3} x_3 \varphi_3(\sigma)\, d\sigma, \qquad \ldots$$

définissent un système orthogonal général admettant un groupe continu de transformations de Combescure et correspondant à des valeurs données des quantités β_{ik}. »

PHYSIQUE. — *Indice de réfraction et dispersion du brome* [1].
Note de M. **Ch. Rivière**, présentée par M. J. Violle.

« Les propriétés physiques du brome n'ont été, jusqu'à présent, que peu étudiées, soit que sa préparation à l'état de pureté exige des soins minutieux, soit plutôt que le maniement de ce corps présente, en général, quelques difficultés.

» Son indice, en particulier, n'a donné lieu, à ma connaissance, qu'à deux déterminations dont les résultats, évidemment contradictoires, sont

1,626 à 12° pour la raie A d'après Gladstone,
1,571 à 13° pour le rouge d'après Bleckrode.

» Je me suis proposé de reprendre cette mesure en tirant d'abord tout

(1) Travail exécuté au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

le parti possible de la méthode du prisme. Le brome, très transparent pour le rouge, est à peu près complètement opaque pour la raie D; les sources spectrales ordinaires n'offrent que peu de ressources pour l'étude de la dispersion dans un intervalle aussi restreint; l'emploi des franges Fizeau-Foucault fournit, au contraire, dans toute région du spectre, *des repères régulièrement distribués et aussi nombreux qu'on voudra*. C'est ainsi qu'à l'aide d'un quartz parallèle j'ai obtenu, pour diverses températures, les résultats suivants :

N° d'ordre des franges.	Longueur d'onde.	10°.	15°.	20°.	25°.
	μμ				
22	790,9	1,6368	1,6327	1,6280	1,6226
23 (Raie A)	758,6	1,6394	1,6352	1,6305	1,6250
24	729,0	1,6422	1,6379	1,6330	1,6276
25	701,7	1,6453	1,6408	1,6358	1,6304
26	676,5	1,6486	1,6439	1,6389	1,6335
Raie du lithium	670,8	1,6495	1,6447	1,6397	1,6343
27	653,2	1,6520	1,6742	1,6422	1,6365
28	631,5	1,6557	»	»	1,6401
29	611,4	1,6598	»	»	1,6438
30	592,5	»	»	»	1,6475
Raie D_2	539	»	»	1,6543	1,6483

» Ces nombres mettent en évidence un pouvoir dispersif extraordinaire : par exemple, entre les raies A et D et à 20°, ce pouvoir dispersif est égal à 0,037, et si nous prenons quelques substances dont l'indice soit comparable à celui du brome, nous trouverons des valeurs telles que les suivantes :

Flint très dispersif	0,016
Naphtaline bromée	0,027
Sulfure de carbone	0,030
Brome	0,037

» Le brome qui a servi pour ces mesures a été préparé par l'action de l'acide sulfurique sur un mélange de bromure et de bromate de potassium réputés purs, lavé à grande eau et desséché sur l'anhydride phosphorique. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Lois des modules. Modules thermochimiques.* Note M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Le potentiel thermodynamique d'un mélange homogène de volume V, soumis à une pression P, à une température T, $FV + U - TS$ peut être considéré comme la somme de deux expressions : l'une, celle du potentiel thermodynamique de ce mélange sous la pression zéro; l'autre, celle de l'accroissement de ce potentiel de la pression zéro à la pression P,

$$\Phi_P = \Phi_0 + \int_0^P V\,dP.$$

» Soit un mélange A de deux systèmes de corps tels que les corps de l'un peuvent engendrer les corps de l'autre par double décomposition. Je suppose que les masses des composants soient telles que ces deux systèmes se trouvent en équilibre sous une pression nulle. Il existe nécessairement de pareils systèmes en équilibre dans un intervalle fini de températures : a étant le nombre d'équivalents d'un des corps en réaction, pour chaque composition d'équilibre $\frac{\partial \Phi_0}{\partial a} = 0$.

» Je considère un deuxième mélange B des mêmes corps sous une pression P. Avec ces deux mélanges on pourra décrire un cycle à température constante (celui de Van't Hoff par exemple) et démontrer que dans le mélange B

$$\frac{\partial \Phi}{\partial a_P} = \frac{\partial}{\partial a}\int_0^P V\,dP,$$

par suite $\frac{\partial \Phi_0}{\partial a} = 0$ pour une composition quelconque.

» Ces relations m'ont déjà permis (*Comptes rendus*, 26 mars 1900) de trouver quelques propriétés des mélanges ainsi définis plus haut; je me propose d'en donner encore d'autres.

» De l'expression connue $\frac{\partial S}{\partial a} = -T\frac{\partial}{\partial T}\frac{\partial \Phi}{\partial a}$, on déduit qu'à la pression nulle

$$\frac{\partial S_0}{\partial a} = 0,$$

$$\frac{\partial L_0}{\partial a} = T\frac{\partial S_0}{\partial a} + \frac{\partial \Phi_0}{\partial a} = 0 = \frac{\partial U_0}{\partial a} + P_0\frac{\partial V_0}{\partial a};$$

or,

$$\frac{\partial V_0}{\partial a} = 0, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\partial U_0}{\partial a} = 0,$$

C_0 étant la capacité calorifique du mélange $\frac{\partial C_0}{\partial a} = 0$.

» Il existe donc des *modules d'entropie, de produit* P_0V_0, *d'énergie interne, de potentiel thermodynamique, de chaleur spécifique* appartenant, à la limite extrême de raréfaction, aux radicaux entrant dans la constitution des composés gazeux.

» Ces modules permettent d'en considérer d'autres : je citerai comme exemples ceux qu'on déduit de la considération de l'énergie interne.

» L'énergie interne moléculaire de l'un des composés considérés est égale à la somme de deux nombres, caractéristiques des deux radicaux de ce composé (*modules absolus*), ou égale à l'énergie interne d'un autre composé, pris pour comparaison, augmentée de deux nombres caractéristiques des radicaux (*modules relatifs*).

» Supposons que ces deux radicaux existent à l'état de liberté : l'énergie interne de leur mélange, avant toute combinaison, est égale à la somme, $a + b$, de deux nombres dont chacun représente l'énergie interne d'un radical isolé. L'énergie interne de leur combinaison étant $a' + b'$, la diminution d'énergie interne dans l'acte chimique de leur union est $(a - a') + (b - b')$; c'est la chaleur dégagée dans cet acte chimique opéré sous volume constant : elle est la somme de deux nombres caractéristiques des radicaux combinés.

» De même, dans la substitution d'un corps C au corps B, dans le composé AB, la chaleur dégagée sous volume constant est $(c - c') - (b - b')$, c'est-à-dire la différence de deux nombres caratéristiques des radicaux C et B et indépendants du radical A auquel ils s'unissent.

» C'est la *loi des modules thermochimiques,* vraie comme les précédentes, à la limite extrême de raréfaction.

» Les lois des modules précédentes peuvent être établies lorsque les corps réagissants sont en dissolution dans un corps étranger sans action chimique sur eux. Pour les établir, on supposera le mélange soumis à une pression telle qu'il sera en équilibre avec le dissolvant pur, celui-ci étant sous une pression constante.

» La variation du potentiel thermodynamique de l'ensemble sera égale

à celle du potentiel thermodynamique des corps dissous, soit

$$\Phi_0 + \int_0^P V\,dP,$$

P représentant la pression osmotique.

» Il y a lieu de remarquer que, dans une modification chimique virtuelle à pression osmotique ou à pression constante du mélange en équilibre chimique et osmotique, non seulement le volume de ce mélange ne change pas, mais encore la quantité du dissolvant existant dans le mélange.

» S_0, U_0, V_0, C_0, Φ_0 se rapportant à une solution où des corps réagissants sont en équilibre chimique, la pression du mélange et la quantité du dissolvant étant invariables,

$$\frac{\partial S_0}{\partial a} = 0, \qquad \frac{\partial U_0}{\partial a} = 0, \qquad \cdots$$

» Les sels nous donnent des exemples très nombreux de corps dont les éléments chimiques et radicaux peuvent se substituer les uns aux autres, surtout en dissolution. Si l'on admet que, à la limite extrême de dilution, *les sels ne sont pas dissociés en leurs radicaux* et qu'ils peuvent donner des systèmes en équilibre, les lois des modules précédentes leur sont applicables.

» Les données numériques que nous possédons sur les grandeurs dont il est question dans cette Note vérifient approximativement les lois des modules ci-dessus : quelques-unes de ces lois ont été ainsi tirées de ces données. La vérification ne peut être rigoureuse qu'avec des données rapportées à une pression osmotique nulle. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les arséniates ammoniacaux de cobalt.* Note de M. **O. Ducru**, présentée par M. A. Ditte [1].

« Si, dans une solution de cobalt riche en sels ammoniacaux et contenant une proportion suffisante d'AzH^3 libre, on ajoute de l'acide arsénique ou un arséniate soluble, on voit se former des précipités gélatineux très volumineux, de couleur bleue plus ou moins violacée. A la température ordinaire, ces précipités ne se modifient point. Mais si, suivant une méthode employée par Debray, on maintient au bain-marie la fiole contenant la

---

[1] Cette Note avait été présentée à l'Académie dans la séance du 15 octobre.

liqueur et le précipité, celui-ci se modifie peu à peu, il se contracte et se transforme en un autre d'un rouge plus ou moins foncé, que l'examen microscopique montre entièrement cristallisé.

» Suivant les conditions de l'expérience, la durée de la cristallisation est très variable : avec une concentration suffisante en sels ammoniacaux, elle est complète en quelques minutes; avec des solutions étendues, elle demande 100 ou 150 heures. Si la proportion d'arsenic est faible, le sel rouge peut se former et se précipiter d'un seul coup, sans passer par l'intermédiaire du composé bleu. On peut obtenir la précipitation complète, soit de l'arsenic, soit du cobalt.

» Les sels cristallisés ainsi obtenus sont des sels cobalteux; au microscope, ils se présentent en aiguilles groupées en houppes, parfois en tables rhomboïdales. Ils agissent vivement sur la lumière polarisée et appartiennent au système clinorhombique : l'extinction se fait dans l'angle aigu à 39° environ de l'axe d'allongement. Ils sont insolubles dans l'eau et les solutions ammoniacales faibles et, même en présence des sels ammoniacaux, facilement solubles dans les acides minéraux. A la température ordinaire, ils perdent de l'ammoniaque, mais cette perte est excessivement lente.

» Ces composés sont des arséniates ammoniacaux de cobalt : mais on n'a point affaire à un composé unique. Tandis que la teneur en Co et en As est sensiblement la même pour tous les produits, celle de AzH^3 peut varier de 0 à 8,6 pour 100 environ.

» La concentration en sels ammoniacaux est sans influence sur la teneur en AzH^3 : celle-ci dépend uniquement de la concentration en ammoniaque libre de la liqueur où ils prennent naissance.

» La limite supérieure est atteinte lorsque cette liqueur contient par litre environ 350^{cc} d'ammoniaque à 20 pour 100 ($D_{15} = 0,921$), soit 69^{gr} de AzH^3. Le sel obtenu est un arséniate triammonique de cobalt dont la formule

$$(AsO^4)^2Co^3 + 3AzH^3 + 5H^2O$$

le rapproche de sels de zinc obtenus par M. Bette [1].

» D'autre part, l'action de l'arséniate triammonique sur les sels de cobalt, en présence des sels ammoniacaux mais sans addition d'ammoniaque libre, donne un sel rose pâle, cristallisé en fines aiguilles enchevêtrées, cotonneux en quelque sorte. Ce sel ne contient pas d'ammoniaque, et sa

---

(1) Bette, *Annalen der Pharmacie*, t. XV; 1835.

composition $(AsO^4)^2Co^3 + 8H^2O$ est celle de l'érythrine naturelle, dont il possède également la forme cristalline (clinorhombique) et la disposition en houppes.

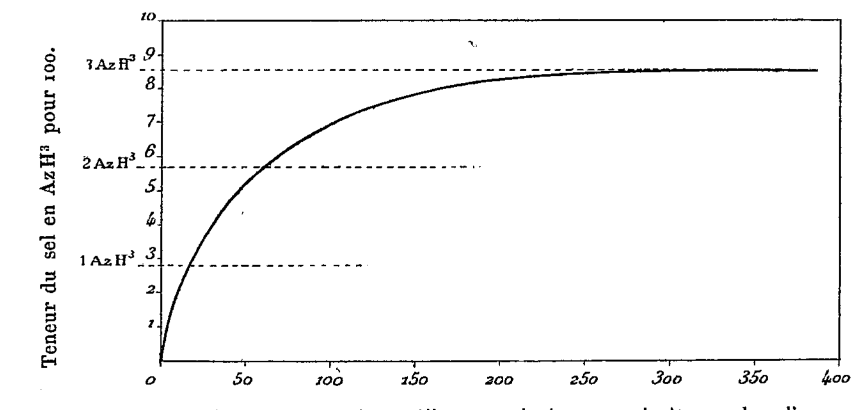
» Tous les produits obtenus en présence d'ammoniaque libre viennent se classer entre ces deux extrêmes : la somme de l'eau et de l'ammoniaque est sensiblement constante, et ils peuvent se représenter par la formule générale (x étant compris entre o et 3)

$$(AsO^4)^2Co^3 + x AzH^3 + (8 - x)H^2O.$$

H^2O et AzH^3 se remplacent mutuellement, et, les poids moléculaires étant très voisins, ce remplacement n'altère que très peu la composition centésimale, en ce qui concerne Co et As.

» En cherchant la relation qui relie la teneur en AzH^3 des produits à la concentration des liqueurs, j'ai obtenu le Tableau suivant, où les concentrations sont exprimées en centimètres cubes d'ammoniaque à 20 pour 100 par litre :

Concentration.	Teneur du sel en AzH^3.	Concentration.	Teneur du sel en AzH^3.
0,0	0,0	60,0	5,70
12,5	2,42	75,0	6,48
15,0	2,91	110,0	6,80
17,0	3,10	180,0	8,10
20,0	3,38	300,0	8,24
50,0	5,11	350,0	8,67



Concentration des solutions en ammoniaque libre, exprimée en centimètres cubes d'ammoniaque de densité 0,921 par litre de liquide.

» Ces résultats sont traduits par la courbe ci-dessus, qui présente une forme parfaitement régulière, sans aucun point anguleux.

» Entre l'érythrine et le sel triammonique existent deux intermédiaires :

» 1° Un sel monoammonique, $(AsO^4)^2Co^3 + AzH^3 + 7H^2O$, s'obtient lorsque la concentration est de 15^cc d'ammoniaque par litre;

» 2° Un sel diammonique, $(AsO^4)^2Co^3 + 2AzH^3 + 6H^2O$, lorsque la concentration est de 60^cc.

» Pour reconnaître s'ils ont une existence individuelle propre et ne sont pas des mélanges, j'ai étudié l'action de la chaleur sur des produits ayant exactement la composition des quatre sels possibles. Les résultats les plus nets ont été obtenus par le chauffage à poids constant à 155°; dans ces conditions, ils perdent de l'eau et de l'ammoniaque : ces pertes, exprimées en molécules, et les compositions finales sont indiquées ci-dessous :

Composition primitive.	Pertes en molécules. H^2O.	AzH^3.	Composition finale.
1° Sel à $8H^2O$...........	$5\frac{1}{2}$	»	$(AsO^4)^2Co^3 + 2,5\,H^2O$.
2° » $7H^2O + AzH^3$...	$6\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$(AsO^4)^2Co^3 + \frac{1}{2}AzH^3 + \frac{1}{2}H^2O$.
3° » $6H^2O + 2AzH^3$..	6	$1\frac{1}{4}$	$(AsO^4)^2Co^3 + \frac{3}{4}AzH^3$.
4° » $5H^2O + 3AzH^3$..	$4\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	$(AsO^4)^2Co^3 + \frac{3}{4}AzH^3 + \frac{1}{2}H^2O$.

» Ces résultats impliquent l'existence individuelle de quatre sels distincts; ils indiquent, en outre, la grande complexité de leurs molécules.

» J'ai également mesuré leurs tensions de décomposition à 65°, température à laquelle ils commencent à perdre de l'eau et de l'ammoniaque; les résultats, dans l'ordre du Tableau précédent, ont été respectivement :

19^mm,0 31^mm,25 68^mm,50 23^mm,50.

» Les quatre sels sont encore nettement différenciés.

» Le cobalt forme donc trois arséniates ammoniacaux distincts, dérivant de l'érythrine par le remplacement de H^2O par AzH^3, molécule à molécule; ces sels diffèrent complètement des arséniates et des phosphates ammoniacaux formés par un certain nombre de métaux bivalents et n'ont d'analogues que les sels de zinc de M. Bette.

» Ces faits m'ont conduit à un nouveau mode de dosage de l'arsenic, qui fera, ainsi que les sels correspondants du nickel, l'objet de prochaines Communications. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un procédé général de préparation des éthers carboniques mixtes des phénols et des alcools et sur quelques-uns de ces éthers* (1). Note de M. E. **Barral**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les carbonates mixtes phénoliques-alcooliques, $CO\langle{}^{OR}_{OR'}$, sont des éthers de l'acide carbonique $CO\langle{}^{OH}_{OH}$, dans lesquels les atomes d'hydrogène ont été remplacés, l'un par un radical phénolique R, l'autre par un radical alcoolique R'.

» En cherchant à préparer, par les méthodes rationnelles, des éthers mixtes de certains phénols et surtout de quelques-uns de leurs dérivés polysubstitués, je n'ai obtenu, au moyen des chlorocarbonates, que des résultats mauvais ou nuls, ce qui m'a engagé à faire une étude assez complète des différents procédés qui peuvent être employés.

» Les difficultés proviennent de la formation beaucoup plus facile des carbonates neutres alcooliques $CO(OR')^2$ et phénoliques $CO(OR)^2$, ainsi que de la décomposition des chlorocarbonates sous l'influence des alcoolates ou phénates, corps peu stables, agissant parfois comme alcalis caustiques.

» I. *Action du chlorocarbonate d'éthyle sur un phénate alcalin* (Fatianow, Richter, Bender). — Tandis que cette méthode réussit assez bien, en général, avec les phénols à poids moléculaires peu élevés, le résultat est bien différent pour les phénols à poids moléculaires élevés, et surtout pour les dérivés polysubstitués des phénols. Toutefois, il y a des exceptions : avec le pentachlorophénate de potassium et les chlorocarbonates d'alcools de la série grasse, j'ai obtenu une faible quantité (0,5 à 4 pour 100) de carbonates mixtes, tandis que le chlorocarbonate de benzyle a donné un rendement de 17,2 pour 100.

» II. *Carbonates neutres phénoliques réagissant à chaud sur les alcools en présence de bases faibles* (Cazeneuve et Morel). — Résultats négatifs avec les dérivés polysubstitués du phénol.

» III. *Alcoolates alcalins réagissant sur les carbonates neutres phénoliques* (Cazeneuve et Morel). — Avec les phénols polysubstitués, résultats négatifs.

» IV. *Chlorocarbonates phénoliques* (2) *réagissant à chaud sur les alcools.* — En général, les résultats sont bons pour les phénols à poids moléculaire faible, assez bons pour les monochlorophénols; mais ils sont mauvais ou nuls pour les dérivés polysubstitués.

---

(1) Institut chimique de Lyon.

(2) Et. Barral et A. Morel, *Comptes rendus*, 26 juin 1899.

» V. *Chlorocarbonates phénoliques réagissant sur un alcoolate alcalin.* — Résultats négatifs avec les dérivés substitués des phénols; M. Morel [1] a obtenu aussi des résultats négatifs avec le chlorocarbonate de benzénol.

» VI. *Alcoolate alcalin et phénol.* — Rendement faible, avec production de matières huileuses jaunâtres lorsque le carbonate mixte est solide; assez bon quand il est liquide.

» VII. *Action de l'oxychlorure de carbone sur une solution de phénate alcalin sec dans l'alcool à éthérifier.* — Assez bons résultats même avec les phénols polysubstitués, sans formation de matières huileuses jaunes.

» VIII. — *Action de l'oxychlorure de carbone sur une molécule de phénol dissous dans l'alcool, additionné d'une molécule de potasse.* — Ce procédé m'a donné les meilleurs résultats.

» Pour les trois derniers procédés, afin d'avoir le maximum de rendement, il faut faire tomber peu à peu une solution toluénique d'oxychlorure de carbone dans le mélange, en laissant la température s'élever vers 60°-70°, et en évitant de dépasser 80°.

» *Préparation.* — A une dissolution de 1 molécule du phénol dans un excès de l'alcool à éthérifier, on ajoute 1 molécule de NaOH; après dissolution (souvent lente, même à chaud), on laisse refroidir et l'on verse peu à peu, en remuant, une solution toluénique (solution commerciale à 20 pour 100) de 1 molécule d'oxychlorure de carbone, on doit ne pas dépasser 80°. Après une heure de repos, si la réaction est alcaline, on ajoute goutte à goutte de l'oxychlorure de carbone jusqu'à réaction acide; on verse ensuite un excès d'eau et l'on abandonne 12 à 24 heures. La solution toluénique, séparée du liquide aqueux, contient les deux carbonates neutres, le carbonate mixte de l'alcool et du phénol lorsque ces deux derniers ne sont pas solubles dans l'eau; on dessèche sur le chlorure de calcium et l'on rectifie sous pression réduite; enfin, on distille dans le vide pour séparer successivement l'alcool et le phénol, le carbonate neutre alcoolique, le carbonate mixte, le carbonate neutre phénolique.

» Lorsque le carbonate mixte est solide et décomposable par la chaleur, on ne peut pas le distiller dans le vide; on le laisse évaporer dans le vide sur l'acide sulfurique; le carbonate cristallise ordinairement en gros cristaux faciles à purifier par cristallisation dans l'éther de pétrole.

» *Carbonates mixtes du pentachlorophénol et d'alcools.* — Au moyen du procédé que je viens d'indiquer, j'ai obtenu quelques carbonates mixtes du pentachlorophénol (pentachlorobenzénol), $C^6Cl^5.OH$, et de divers alcools; le rendement a varié de 25 à 40 pour 100.

» Les uns sont solides, en général bien cristallisés, parfois en très gros prismes orthorhombiques; ce sont ceux formés avec les alcools méthylique, éthylique, propylique, butylique, amylique, allylique, benzylique. Au contraire, les carbonates mixtes des alcools élevés de la série sont liquides, oléagineux, décomposables par la chaleur.

» Pour purifier les carbonates mixtes liquides et facilement décomposables, le liquide est rectifié dans le vide pour éliminer l'alcool et le carbonate neutre alcoolique; lorsque le produit commence à se décomposer, on arrête la distillation et l'on refroidit vers 0° afin de faire solidifier le carbonate neutre de pentachlorophényle. Le produit

---

(1) A. Morel, Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1900.

obtenu est coloré et impur, tandis qu'il est incolore et pur lorsqu'il a pu être rectifié dans le vide sans décomposition.

» Le point de fusion des carbonates mixtes alcooliques solides s'abaisse en même temps qu'augmente le poids moléculaire de l'alcool. J'ai constaté un abaissement analogue pour les éthers du pentachlorophénol et des acides de la série grasse [1].

» Les solutions aqueuses de soude et de potasse sont sans action à froid; mais, à l'ébullition, ces éthers se saponifient très lentement. Cette saponification est très rapide avec les solutions alcooliques de ces alcalis.

» Complètement insolubles dans l'eau, ces carbonates mixtes sont très solubles dans l'éther, l'alcool, le benzène, la ligroïne; un peu moins dans l'éther de pétrole, qui est le dissolvant à employer de préférence. La chaleur les décompose plus ou moins; cependant, quelques-uns peuvent être sublimés ou même distillés dans le vide.

» *Carbonate de pentachlorophényle et de méthyle,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^2}\\ \mathrm{O.CH^3}\end{matrix}$. — Aiguilles incolores, fusibles à 137°.

» *Carbonate de pentachlorophényle et d'éthyle,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^5}\\ \mathrm{O.C^2H^5}\end{matrix}$. — Gros prismes incolores, fusibles à 66°.

» *Carbonate de pentachlorophényle et de propyle,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^5}\\ \mathrm{O.C^3H^7}\end{matrix}$. — Petits cristaux micacés, légèrement nacrés, fusibles à 57°.

» *Carbonate de pentachlorophényle et d'isopropyle,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^5}\\ \mathrm{O.C^3H^7}\end{matrix}$. — Petits cristaux groupés en choux-fleurs, fusibles à 58°.

» *Carbonate de pentachlorophényle et de butyle,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^5}\\ \mathrm{O.C^4H^9}\end{matrix}$. — Très gros prismes incolores, fusibles à 59°.

» *Carbonate de pentachlorophényle et d'isobutylé,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^5}\\ \mathrm{O.C^4H^9}\end{matrix}$. — Très gros prismes aplatis, incolores, fusibles à 58°.

» *Carbonate de pentachlorophényle et d'isoamyle,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^5}\\ \mathrm{O,C^3H^{11}}\end{matrix}$. — Petites aiguilles groupées en choux-fleurs, fusibles à 54°.

» *Carbonate de pentachlorophényle et d'heptyle,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^4}\\ \mathrm{O.C^7H^{15}}\end{matrix}$. — Corps liquide huileux, décomposable par la chaleur.

» *Carbonate de pentachlorophényle et d'octyle,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^5}\\ \mathrm{O.C^8H^{17}}\end{matrix}$. — Liquide oléagineux, très facilement décomposable par la chaleur; il n'a pas été obtenu à l'état de pureté.

» *Carbonate de pentachlorophényle et d'allyle,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^5}\\ \mathrm{O.C^3H^5}\end{matrix}$. — Petits cristaux blancs, micacés et nacrés, fusibles à 57°.

» *Carbonate de pentachlorophényle et de benzyle,* $\mathrm{CO}{<}\begin{matrix}\mathrm{O.C^6Cl^5}\\ \mathrm{O.C^7H^7}\end{matrix}$. — Petites aiguilles blanches, groupées en choux-fleurs, fusibles à 116°. »

---

(1) Ét. Barral, *Thèse de la Faculté des Sciences,* Paris; 1895.

CHIMIE. — *Stéréochimie de l'azote. Les hydrazones stéréo-isomériques du pyruvate d'éthyle* [1]. Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. Moissan.

« Les hydrazones des composés cétoniques dissymétriques

$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!C = Az - AzH\,C^6H^5$$

renferment, comme leurs oximes $\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!C = Az(OH)$, le groupement

$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!C = Az - ,$$

et, selon les idées actuellement admises, peuvent, comme ces dernières, se présenter sous plusieurs formes stéréo-isomères.

» Cependant, alors que la stéréochimie des oximes a fait l'objet de nombreux travaux, celle des hydrazones n'a, pour ainsi dire, pas été abordée, et c'est à peine si l'on peut citer quelques exemples d'une telle isomérie. Encore doit-on constater qu'aucun d'eux n'a été rencontré dans l'action directe d'une hydrazine sur un composé cétonique.

» I. Voici d'ailleurs, dans l'ordre chronologique de leur découverte, les cas d'isomérie mentionnés jusqu'ici [2] :

» 1° Fehrlin et Krause (*D. ch. G.*, t. XXIII, p. 1574-3617; 1890) ont isolé sous deux formes l'hydrazone de l'acide orthonitrophénylglyoxylique; l'une des formes s'obtient par réaction directe; l'autre s'obtient par l'*action d'un alcali sur la première*.

» 2° Hantzsch et Kraft (*D. ch. G.*, t. XXIV, p. 3525; 1891) ont obtenu sous deux formes l'hydrazone de l'anisylphénylcétone; l'une s'obtient directement par l'action de la phénylhydrazine sur la cétone; l'autre se forme à côté de la première, lorsqu'on fait agir la phénylhydrazine *sur le dichlorure correspondant à la cétone*.

» Overton (*D. ch. G.*, t. XXVI, p. 18; 1893) a étendu cette observation à deux autres cas; il a obtenu par la même méthode les diphénylhydrazones de l'anisylphénylcétone et de la paratolylphénylcétone.

---

(1) Laboratoire de Chimie de l'École Normale.

(2) J'omets à dessein la forme isomérique de la phénylhydrazone du glucose signalée par Skraup (*D. ch. G.*, t. XXII, p. 669; 1889), quoique ce soit la première en date. Cette isomérie tient vraisemblablement plutôt au carbone qu'à l'azote. Elle est à rapprocher des modifications isomériques du glucose et de son dérivé pentacétylé découvertes par Tanret.

» 3° Plus récemment, E. Fischer (*D. ch. G.*, t. XXIX, p. 795; 1896) a signalé, sans préciser la nature de leur isomérie, deux formes de la phénylhydrazone de l'aldéhyde éthylique; l'une s'obtient directement, l'autre s'obtient par *l'action de la soude alcoolique sur la première*.

» 4° Enfin, Hantzsch et Hornbostel (*D. ch. G.*, t. XXX, p. 3003; 1897) ont signalé deux formes isomériques de la phénylhydrazone de l'éther acétylacétique : l'une se forme directement, l'autre est une *huile incristallisable résultant de l'action de la chaleur sur la première*.

» II. J'ai réussi à obtenir sous deux formes stéréo-isomères l'hydrazine du pyruvate d'éthyle, dans l'action directe de la phénylhydrazine sur cet éther,

$$CH^3 - CO - CO^2C^2H^5 + C^6H^5Az - AzH^2$$
$$= H^2O + \begin{matrix} CH^3 \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix} \!\!>\! C = Az - AzH.C^6H^5.$$

» La phénylhydrazine (92^{gr}) additionnée d'alcool (50^{gr}) est versée peu à peu dans l'éther pyruvique (100^{gr}) également alcoolisé. La réaction est accompagnée d'un dégagement de chaleur assez vif qu'on modère par des affusions d'eau sur le récipient dans lequel on opère. Le mélange s'effectue sans que le liquide cesse d'être clair, mais au bout de quelques minutes il commence à se produire des cristaux; on agite sans interruption de façon à obtenir une bouillie cristalline bien fluide. Dès qu'elle est refroidie, on essore à la trompe; on lave avec un peu d'alcool froid et l'on fait cristalliser dans le chloroforme chaud (200^{gr}). Tout se dissout très rapidement si l'éther employé est bien exempt d'acide pyruvique. (L'hydrazone de l'acide pyruvique est insoluble dans le chloroforme.)

» Par cristallisation fractionnée de la solution chloroformique on scinde l'hydrazone en deux portions très inégales. Ce sont les deux isomères.

» L'hydrazone qui se dépose tout d'abord (l'hydrazone α) se produit en quantité prépondérante (150^{gr} environ). C'est celle qui a été tout d'abord obtenue par E. Fischer (*D. ch. G.*, t. XVI, p. 2243) dans l'éthérification de l'hydrazine de l'acide pyruvique au moyen d'acide sulfurique et d'alcool et que j'ai moi-même obtenue, il y a quelques années, par la méthode actuelle. Elle fond à 118°-120° sans décomposition.

» L'hydrazone β que l'on obtient dans les dernières fractions fond beaucoup plus bas, à 31°-32°, et est beaucoup plus soluble que la précédente dans les différents solvants organiques. J'en ai recueilli à peine 5^{gr} ou 6^{gr}.

» 1° Le poids moléculaire de la nouvelle substance, déterminé par cryoscopie dans le benzène, et sa composition centésimale résultant du dosage des trois éléments : carbone, hydrogène et azote, correspondent bien à la formule de l'hydrazone du pyruvate d'éthyle.

» 2° Sous l'action de la potasse sur sa solution alcoolique, l'hydrazone β

se saponifie, comme son isomère, et fournit l'hydrazone de l'acide pyruvique.

» 3° Sous l'action du gaz chlorhydrique sur sa solution alcoolique, l'hydrazone β se transforme en l'hydrazone α. Dans les mêmes conditions celle-ci reste inaltérée.

» Ces données expérimentales suffisent à justifier l'isomérie stéréochimique; j'espère, d'ailleurs, la préciser davantage et en fournir de nouveaux exemples similaires.

» Les deux hydrazones apparaissent ici *simultanément* et sans le secours d'aucun agent de migration, *directement* dans l'action de la phénylhydrazine sur le composé cétonique.

» C'est le premier exemple d'hydrazones stéréo-isomères pour lequel on puisse faire cette constatation : il prend de ce chef une certaine signification au point de vue de la stéréochimie de l'azote. »

THERMOCHIMIE. — *Acétals d'alcools monovalents*
Note de M. **Marcel Delépine**.

« Sous le nom d'*acétals*, pris dans le sens généralisé du mot, on entend non pas seulement les combinaisons organiques résultant de l'union d'une molécule d'aldéhyde acétique avec deux molécules d'alcool et élimination d'une molécule d'eau, mais aussi toutes les combinaisons du même ordre, dérivant d'aldéhydes et d'alcools quelconques, contenant le groupement $-\mathrm{CH}\!\begin{array}{l}\diagup \mathrm{O}-\mathrm{C}\equiv \\ \diagdown \mathrm{O}-\mathrm{C}\equiv\end{array}$.

» Je me suis proposé d'étudier quelques dérivés de cet ordre, les *formals* et les *acétals* proprement dits, engendrés respectivement par les aldéhydes formique et acétique, tant pour connaître la grandeur thermique de la réaction génératrice :

$$R - CHO + 2R'OH = R - CH(OR')^2 + H^2O,$$

que pour établir la nature des variations apportées dans les chaleurs de combustion et de formation par le passage d'un terme à un autre.

» A cet effet, je présenterai aujourd'hui à l'Académie les résultats obtenus avec les formals diéthylique, dipropylique, diisobutylique, diisoamylique, les acétals diméthylique et diéthylique; j'y adjoins le méthylal ou formal diméthylique, tête de toute la série, étudié antérieurement par MM. Berthelot et Delépine à propos de la mise en

expérimentation d'une méthode de combustion des liquides très volatils (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1046). Ce procédé a d'ailleurs été suivi aussi pour le formal diéthylique et les acétals méthylique et éthylique, qui sont relativement volatils. La plupart des acétals ci-dessus n'ont été brûlés dans la bombe qu'après digestion sur le sodium et distillation, ce qui est une garantie de l'absence d'eau, d'alcool ou d'aldéhyde. Quelques-uns ont même été distillés sur ce métal. L'analyse a toujours donné d'excellents chiffres.

» Voici les chaleurs de combustion rapportées au gramme :

				Moyenne.
Formal diméthylique $CH^2(OCH^3)^2$. (MM. Berthelot et Delépine, *loc. cit.*)				6077,8 cal
» diéthylique $CH^2(OC^2H^5)^2$	7429,0	7429,2	»	7429,1
» dipropylique $CH^2(OC^3H^7)^2$	8197,4	8213,5	8204,4	8205,1
» diisobutylique $CH^2(OC^4H^9)^2$	8711,9	8682,8	»	8697,35
» diisoamylique $CH^2(OC^5H^{11})^2$	9060,0	9069,0	»	9064,5
Acétal diméthylique $CH^3-CH(OCH^3)^2$	6872,5	6867,3	6880,2	6873,3
» diéthylique $CH^3-CH(OC^2H^5)^2$	7862,6	7882,6	7871,3	7872,2

» De là on déduit les chaleurs de combustion et de formation :

		Combustion.		Différence.	Formation.
		Vol. const.	Press. const.		C diam. + H gaz. + O gaz.
Formals	diméthylique $C^3H^8O^2$	461,9 Cal	462,5 Cal		96,4 Cal
				2 × 155,6 Cal	
	diéthylique $C^5H^{12}O^2$	772,62	773,75		111,75
				2 × 155,5	
	dipropylique $C^7H^{16}O^2$	1083,07	1084,8		127,3
				2 × 154,5	
	diisobutylique $C^9H^{20}O^2$	1391,57	1393,85		144,85
				2 × 156,6	
	diisoamylique $C^{11}H^{24}O^2$	1704,12	1707,0		158,3
				7 × 155,3	
Acétals	diméthylique $C^4H^{10}O^2$	619,0	619,9		102,3
				2 × 155,2	
	diéthylique $C^6H^{14}O^2$	928,9	930,35		118,45

» Ces nombres montrent avec quelle régularité la différence due aux homologies se soutient; elle est d'ailleurs égale à la différence habituelle, laquelle est voisine de 155-156^{Cal}. Cependant, tandis que les formals possèdent, d'après les valeurs précédentes, une chaleur de combustion et de formation rentrant sensiblement dans les formules

$$C = n \times 155,5 - 4 \qquad \text{et} \qquad F = n \times 7,8 + 73,$$

n étant le nombre d'atomes de carbone, les acétals donnent une valeur un peu différente. En effet, la chaleur de combustion de $C^4H^{10}O^2$ excède celle de $C^3H^8O^2$ de 157^{Cal},4 et celle de $C^6H^{14}O^2$ surpasse celle de $C^5H^{12}O^2$ de 156^{Cal},6, valeurs un peu plus élevées que la moyenne 155^{Cal},5 des différences entre les formals. Néanmoins, ces

corps présentent un bel exemple d'homologie thermique; d'où il résulte que le défaut d'homologie que j'ai signalé entre les aldéhydes formique et acétique [1] disparaît dans leurs acétals.

» L'aldéhyde formique n'existe maniable que dissous dans l'eau ou les alcools, ou polymérisé, circonstances dans lesquelles il perd une quantité d'énergie qui le rend l'homologue immédiat de l'aldéhyde acétique liquide, les chaleurs de formation respectives de CH^2O diss. ou sol. et de C^2H^4O liq. étant $40^{Cal},4$ et $47^{Cal},45$. Il est donc logique de calculer l'équation génératrice à partir de l'état dissous ou polymérisé (la valeur est la même). On a ainsi pour la réaction :

$$CH^2O \text{ diss. ou pol.} + 2ROH \text{ liq.} = CH^2(OR)^2 \text{ liq.} + H^2O \text{ liq.} \ldots \quad + x^{Cal}$$

$x = 1^{Cal},6$; $0^{Cal},55$; $-1^{Cal},3$; $2^{Cal},45$; $3^{Cal},7$ pour les formals respectifs méthylique, éthylique, propylique, isobutylique et isoamylique, c'est-à-dire une valeur peu élevée. Je suis porté à croire la chaleur de combustion du dérivé propylique un peu forte, malgré une excellente analyse ($C = 63,57$; $H = 12,10$, au lieu de $C = 63,63$ et $H = 12,12$), ce que j'attribue à la présence d'alcool isobutylique dans l'alcool propylique dont je suis parti. La séparation des formals correspondants qui bouillent à 137° et 164° est extrêmement laborieuse, du moins pour avoir une séparation rigoureuse; je considère comme plausible que la valeur $-1,3$ doive être un peu relevée.

» Pour les acétals, on trouve que la réaction :

$$CH^3 - CHO \text{ liq.} + 2ROH \text{ liq.} = CH^3CH(OR)^2 \text{ liq.} + H^2O \text{ liq.}$$

dégage $0^{Cal},45$ avec l'alcool méthylique et $0^{Cal},2$ avec l'alcool éthylique, l'aldéhyde étant pris avec la chaleur de formation $47^{Cal},45$ déterminée dernièrement par MM. Berthelot et Delépine (*loc. cit.*).

» La formation des formals et acétals est donc peu exothermique à partir des substances génératrices, alcool et aldéhyde, tout en semblant s'accroître pour les termes butylique et amylique. Il resterait à savoir ce que deviendraient ces nombres si l'on dissolvait d'abord l'aldéhyde dans l'alcool et si l'on déterminait l'action de l'eau sur l'acétal formé. C'est là un problème très complexe, extrêmement difficile à aborder, d'autant plus que les réactions en question ne sont que théoriques. Je dis théoriques à dessein, car je démontrerai ultérieurement qu'elles sont *limitées*, notion que m'a suggérée aussitôt la petitesse des nombres obtenus, comparables à ceux de l'éthérification. L'expérience permet d'établir ce fait; d'autres conséquences, relatives à la formation et aux réactions des acétals, découlent directement de cette notion d'équilibre et donnent également lieu à de nouvelles recherches que je poursuis actuellement. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 816; 1897.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nitration directe dans la série grasse.* Note de MM. **L. Bouveault** et **Wahl.**

« Les dérivés nitrés de la série aromatique sont aisés à obtenir par nitration directe; ceux de la série grasse, au contraire, ne peuvent être préparés que par des moyens détournés, en général par l'action du nitrite d'argent sur les iodhydrines. MM. Franchimont et Klobbie (*Rec. trav. scient. Pays-Bas*, t. VIII, p. 283) ont réussi cependant, au moyen de leur acide nitrique réel, à nitrer les éthers maloniques et méthylmaloniques. Cette expérience a été complétée par la nitration de la malonamide, réalisée par MM. S. Ruhemann et Orton (*Chem. Soc.*, t. I, p. 1002; 1895). Enfin, M. Konowaloff (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 26), en faisant réagir l'acide nitrique étendu en tube scellé à 120°-130° sur les hydrocarbures saturés de la série grasse (c'est-à-dire dans des conditions très différentes de celles de la nitration), a réussi à préparer certains hydrocarbures nitrés.

» Les réactions que nous venons de citer ont été effectuées sur des composés saturés; nous nous sommes proposé de faire porter nos recherches sur des composés incomplets.

» Un seul travail, à notre connaissance, a été publié sur ce sujet; il est dû à M. Haitinger (*Lieb. Ann.*, t. CXCIII, p. 366, et *Monat. f. Chem.*, t. II, p. 286), qui a réussi à obtenir un nitroisobutylène et aussi un nitroamylène dans l'action de l'acide nitrique fumant sur l'alcool tertiaire et aussi sur l'hydrocarbure incomplet correspondant.

» Les hydrocarbures non saturés sont des corps rares; nous savons par Haitinger que leurs dérivés nitrés sont peu stables; nous avons songé à les remplacer par les éthers éthyliques des acides non saturés de la série grasse, qui n'en diffèrent que par le remplacement d'un atome d'hydrogène par le groupe $CO^2C^2H^5$. Nous nous proposons d'examiner l'action de l'acide nitrique fumant sur ces différents composés, l'influence de la position de la double liaison, du nombre ou de la qualité des radicaux qui l'encadrent. Nous avons fait porter nos premières recherches sur les dérivés les plus simples de l'acrylate d'éthyle : crotonate, tiglate, diméthylacrylate; nous n'avons jusqu'ici obtenu de résultats tout à fait nets qu'avec le diméthylacrylate d'éthyle, résultats que nous demandons la permission d'exposer brièvement.

» *Nitration du diméthylacrylate d'éthyle.* — Le diméthylacrylate employé a été

préparé par l'excellent procédé de Weinig (*Lieb. Ann.*, t. CCLXXX, p. 253), en chauffant le bromovalérate d'éthyle avec de la diéthylaniline.

» On laisse tomber goutte à goutte 50gr de cet éther dans 150gr d'acide nitrique fumant ordinaire, refroidi par de la glace, en évitant que la température du mélange ne dépasse 10°. Quand tout l'éther a été ajouté, on abandonne le produit à la température ordinaire et l'on refroidit par affusion d'eau dès que la température du liquide dépasse 20°. Après cinq à six heures on verse le tout sur de la glace, il se sépare une huile lourde verte, qu'on rassemble avec de l'éther et dont on lave la solution à l'eau, au carbonate de sodium et enfin à l'eau. Une fois l'éther chassé, le produit est soumis à la distillation dans le vide. Au bout de deux distillations on obtient un produit bouillant sans décomposition à 120°-122° sous 24mm et présentant la composition d'un diméthylacrylate d'éthyle nitré. Le rendement est de 70-75 pour 100 de la théorie.

» L'analyse conduit à la formule $C^7H^{11}AzO^4$.

» Le *nitrodiméthylacrylate d'éthyle* constitue un liquide d'un jaune très clair, plus lourd que l'eau ($d_0^0 = 1,1384$), d'une odeur spéciale légèrement piquante et assez désagréable. Pris en petite quantité, on peut le distiller à la pression ordinaire sans décomposition vers 220°; mais les dernières gouttes s'enflamment spontanément par suite de la surchauffe. Le poids moléculaire de ce composé est normal; on a trouvé dans le benzène 158 et 164 au lieu de 173.

» Le nouvel éther est insoluble dans l'eau et dans les acides; il se dissout très lentement à froid dans les alcalis caustiques, plus rapidement à chaud, mais en fournissant des produits de décomposition colorés. Certains réducteurs, tels que la poudre de zinc en solution alcoolique, l'étain et l'acide chlorhydrique, se sont montrés sans action sur lui.

» Si l'on traite le nitrodiméthylacrylate d'éthyle en solution dans l'alcool par une molécule de potasse alcoolique, il se déclare une réaction très vive qu'on modère par affusion d'eau, et, après refroidissement, il se dépose un sel de potassium cristallisé (il faut dans cette réaction éviter un excès d'alcali). Le sel de potassium ainsi obtenu peut être purifié par cristallisation dans l'alcool bouillant, d'où il se dépose en fines aiguilles d'un jaune clair.

» Ce sel, soumis à l'analyse, répond à la formule $C^7H^{10}AzO^4K$.

» Ce sel de potassium ne diffère de l'éther dont il dérive que par le remplacement d'un atome d'hydrogène par un atome de potassium; le groupement éther n'a pas été saponifié; le nitrodiméthylacrylate d'éthyle s'est donc, dans cette occasion, comporté comme l'aurait fait l'éther acétylacétique.

» Nous avons préparé une certaine quantité de ce sel de potassium, et, après l'avoir dissous dans l'eau, qu'il colore en jaune, nous avons décomposé la solution par l'acide chlorhydrique étendu. Il se dépose une huile lourde ressemblant par ses propriétés organoleptiques au nitrodiméthylacrylate d'éthyle dont il possède la composition $C^7H^{11}AzO^4$.

» Ce composé est seulement isomère avec le diméthylacrylate d'éthyle; il bout plus bas, à 104°-105°, sous 17cm, $d_0^0 = 1,1279$; il est incolore;

$$P_m = 164 \text{ et } 170 \text{ (calculé, } 173\text{)}.$$

Nous l'appellerons provisoirement *nitrodiméthylacrylate*-β, le premier constituant l'isomère α.

» Ce nouveau nitrodiméthylacrylate se dissout instantanément et à froid dans les alcalis; il redonne avec la potasse alcoolique le sel de potassium qui lui a donné naissance. Ce sel se rattache donc au dérivé β et n'a été produit à l'aide du dérivé α que grâce à une modification isomérique assez profonde dont nous comptons pouvoir expliquer prochainement le mécanisme. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse partielle de la laudanosine.* Note de MM. **Amé Pictet** et **B. Athanasesco** (¹).

« La laudanosine, $C^{21}H^{27}AzO^4$, un des alcaloïdes les moins abondants de l'opium, a été fort peu étudiée jusqu'ici. Nous avons pu l'obtenir en partant d'un autre alcaloïde de l'opium, la papavérine, $C^{20}H^{21}AzO^4$. Cette synthèse partielle fixe sa constitution, celle de la papavérine ayant été établie par M. Goldschmiedt et devant, d'après les recherches de ce savant, être exprimée par la formule

$$\begin{array}{l} CH^3O(4) \\ CH^3O(5) \end{array}\Big> C^6H^2 \Big< \begin{array}{l} (2)CH = CH \\ \quad\;\;\; | \qquad\;\; | \\ (1)C \;\;= Az \\ \qquad | \\ \quad CH^2 - C^6H^3 \Big< \begin{array}{l} OCH^3(3) \\ OCH^3(4) \end{array} \end{array}.$$

» En soumettant l'iodométhylate ou le chlorométhylate de papavérine à la réduction au moyen de l'étain et de l'acide chlorhydrique, nous avons obtenu une base tertiaire de formule $C^{21}H^{27}AzO^4$ qui, d'après son mode de formation, ne peut constituer que la Az-*méthyltétrahydropapavérine* :

$$\begin{array}{l} CH^3O(4) \\ CH^3O(6) \end{array}\Big> C^6H^2 \Big< \begin{array}{l} (2)CH^2 - CH^2 \\ \qquad\qquad\;\; | \\ (1)CH - Az - CH^3 \\ \quad\;\; | \\ \quad CH^2 - C^6H^3 \Big< \begin{array}{l} OCH^3(3) \\ OCH^3(4) \end{array} \end{array}.$$

» Cette base cristallise dans l'alcool dilué ou dans l'éther de pétrole en longues aiguilles blanches fusibles à 115°. Elle est insoluble dans l'eau froide et dans les alcalis, facilement soluble dans les principaux dissolvants organiques. Nous en avons préparé et analysé plusieurs sels, tels que le chlorhydrate (point de fusion, 123°), le chloro-

(¹) Laboratoire de Chimie pharmaceutique de l'Université de Genève.

platinate (160°), le chloromercurate (172°), le picrate (174°), l'iodométhylate (215°-217°), l'iodéthylate (202°-203°).

» La méthylhydropapavérine se rapproche de son isomère la laudanosine par l'ensemble de ses propriétés chimiques et, en particulier, par les colorations qu'elle fournit avec les réactifs habituels des alcaloïdes. Elle s'en distingue, en revanche, par ses caractères physiques et par ses propriétés optiques; elle est, comme la papavérine, inactive à la lumière polarisée, tandis que la laudanosine est dextrogyre. Cela nous a fait supposer que la méthylhydropapavérine pouvait constituer la modification racémique de la laudanosine naturelle, et nous avons cherché à vérifier expérimentalement cette hypothèse en effectuant son dédoublement. Après quelques essais infructueux, nous y sommes parvenus en le combinant à l'acide quinique.

» Lorsque l'on dissout à chaud, dans le moins d'alcool possible, des quantités équimoléculaires de méthylhydropapavérine et d'acide quinique, et qu'on abandonne la solution au refroidissement, on y voit bientôt se déposer un sel cristallisé, fusible à 120°. Décomposé par un alcali, ce quinate fournit une base qui, après cristallisation dans l'éther de pétrole, se présente sous la forme de petites aiguilles blanches qui fondent à la même température que la laudanosine naturelle, soit à 89°. Soumise à l'examen polarimétrique, cette base s'est montrée fortement lévogyre. $0^{gr},2988$ de substance, dissous dans 10^{cc} d'alcool à 97 pour 100, ont donné, pour une longueur de 100^{mm} et une température de 15°, une déviation α de $-3°,15$, ce qui correspond à un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ de $-105°,42$. Le pouvoir rotatoire de la laudanosine naturelle est, d'après M. Hesse, pour une solution alcoolique de concentration semblable, de $+105°,00$ et, selon nos propres observations, de $+106°,09$.

» Les eaux mères du quinate ci-dessus, additionnées d'éther, laissent déposer encore une petite quantité du même sel. Lorsque ce dépôt n'augmente plus, le liquide est filtré et évaporé à sec. Il laisse comme résidu une substance gommeuse, incristallisable, qui constitue un second quinate fort différent du premier par sa nature amorphe et par sa solubilité dans l'éther. Traité par un alcali, ce sel fournit une base fusible à 89° et identique à la précédente par toutes ses propriétés, à l'exception de son pouvoir rotatoire; elle dévie à droite le plan de polarisation. $0^{gr},1864$ de substance, dissous dans 10^{cc} d'alcool, ont donné, pour une longueur de 100^{mm} et une température de 15°, une déviation α de $+1°,84$, ce qui correspond à un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ de $+98°,71$.

» Bien que ce chiffre soit de quelques degrés inférieur à celui qui a été observé pour la laudanosine de l'opium, nous croyons pouvoir considérer les deux substances comme identiques. L'examen comparatif des propriétés des deux bases et de leurs sels ne nous a révélé aucune différence entre elles. L'identité ressort, du reste, de l'expérience suivante :

» Nous avons dissous dans une petite quantité d'alcool $0^{gr},05$ de méthyltétrahydropapavérine gauche et $0^{gr},05$ de laudanosine (droite) naturelle. Après avoir porté la solution à l'ébullition, nous l'avons additionnée d'eau. Il s'est formé presque instantanément un précipité cristallin, du poids de $0^{gr},07$. Le corps ainsi obtenu fondait

exactement à 115° et s'est montré en tous points identique à la méthyltétrahydropapavérine racémique. »

BOTANIQUE. — *Sur la pollinisation des fleurs cléistogames*. Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Un certain nombre de plantes, telles que la plupart des espèces du genre *Viola* et l'*Oxalis acetosella*, produisent, outre des fleurs normales à corolle bien développée, d'autres fleurs appelées *Cléistogames* dont la corolle est rudimentaire et qui restent à l'état de bouton. On a remarqué depuis longtemps que, tandis que les fleurs normales restent ordinairement stériles, les fleurs cléistogames sont presque toujours fertiles. Je me suis particulièrement attaché à rechercher de quelle manière s'effectuait la pollinisation dans ces dernières fleurs, dont Hugo Mohl a décrit en 1863 les caractères morphologiques.

» Je prendrai comme exemple le *Viola odorata*. Les anthères, comme dans la plupart des fleurs cléistogames, ne s'ouvrent pas, l'assise sous-épidermique est, en effet, dépourvue des épaississements lignifiés qui déterminent la déhiscence dans les fleurs ordinaires. Sur une coupe longitudinale passant à peu près par l'axe d'un sac pollinique d'une anthère mûre, on voit que les cellules de l'assise sous-épidermique sont en général grandes, à membranes minces, et ne contiennent à peu près plus de protoplasma; vers la partie supérieure de l'anthère, au contraire, les parois du sac ont un tout autre aspect; les cellules de l'assise sous-épidermique, ainsi d'ailleurs que celles de l'épiderme, sont très petites et renferment un protoplasma très épais avec un noyau volumineux. Ces cellules ressemblent par leur contenu aux cellules du tissu conducteur du style et du stigmate; nous allons voir qu'elles jouent un rôle analogue.

» Lorsque le pollen est arrivé à maturité, il germe en effet à l'intérieur des sacs, et l'on voit dans une coupe les tubes polliniques orientés d'une façon quelconque. Lorsqu'un tube pollinique vient ainsi au contact des parois de l'anthère, il rampe le long de ces parois sans s'y enfoncer, à moins qu'il ne soit arrivé dans la région supérieure, où les cellules sont petites et bourrées de protoplasma. Là, au contraire, les tubes polliniques pénètrent dans les parois de l'anthère, les perforent et arrivent ainsi à l'extérieur. Les petites cellules des parois de l'anthère jouent donc un rôle comparable à celui du tissu conducteur du style et du stigmate; les matières

nutritives qu'elles renferment attirent en quelque sorte les tubes polliniques et déterminent leur sortie à l'extérieur des sacs. On peut donc dire que les cellules qui sont ainsi traversées, digérées par les tubes polliniques, constituent le *tissu conducteur* de l'anthère.

» Les étamines sont groupées autour du pistil de façon que la partie supérieure des anthères par où sortent les tubes polliniques soit précisément à la hauteur du stigmate. Les tubes polliniques arrivent donc ainsi au contact du stigmate, continuent à se développer aux dépens du tissu conducteur qu'ils y rencontrent, puis pénètrent dans le tissu conducteur du style de la même façon que les tubes provenant de grains germés dans le stigmate.

» Au point de vue de la pollinisation, le tissu conducteur de l'anthère remplace donc l'assise mécanique en permettant au tube pollinique de sortir de l'anthère. L'assise mécanique, telle qu'elle fonctionne ordinairement, constitue une adaptation à une atmosphère relativement sèche et permet la fécondation croisée aussi bien que l'autofécondation; le tissu conducteur au contraire paraît adapté à une atmosphère plus humide et ne permet que l'autofécondation.

» Les choses se passent d'une façon analogue dans les autres espèces de Violettes ayant des fleurs cléistogames, le *Viola conina* et le *Viola silvestris* par exemple. Dans l'*Oxalis acetosella*, la germination du pollen se fait aussi, comme on le sait, dans l'intérieur de l'anthère et les tubes polliniques perforent les parois des sacs; mais le tissu conducteur de l'anthère n'est pas aussi nettement caractérisé que dans la Violette; de plus, au lieu d'être localisées au sommet de l'anthère, les cellules conductrices forment une bande tout le long de chaque sac.

» Les fleurs cléistogames de *Linaria spuria* et de *Leersia oryzoides*, qui sont d'ailleurs moins bien caractérisées comme fleurs cléistogames que celles des Violettes, ont des anthères qui s'ouvrent; le pollen germe sur le stigmate comme dans les fleurs ordinaires.

» La germination du pollen dans l'anthère peut donc servir à caractériser les fleurs cléistogames les mieux différenciées. Dans ce cas, les épaississements lignifiés des parois de l'anthère ne se forment pas, l'anthère ne s'ouvre donc pas; mais, par une sorte de compensation, une certaine région des parois de chaque sac pollinique se différencie, et constitue un tissu conducteur analogue à celui du style; les tubes polliniques traversent le tissu conducteur et peuvent ainsi atteindre le stigmate. »

M. **Guarini** adresse une Note intitulée : « Emploi du répétiteur Guarini dans la télégraphie sans fil ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 octobre 1900.

Recherches sur les réseaux, par G. Quesneville. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°.

Nouvelle dioptrique des rayons visuels, par G. Quesneville. (Extr. du *Moniteur scientifique*, septembre 1900); 1 fasc. in-8°.

Six Opuscules relatifs à la Géologie, par M. Gustave-F. Dollfus. Six fascicules in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Rapport sur les travaux : 1° du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 2° des Conseils d'hygiène d'arrondissement; 3° des Médecins des épidémies, etc., pendant l'année 1899, présenté à M. Hélitas, préfet de la Loire-Inférieure. Nantes, 1900; 1 vol. in-8°.

Bibliographia medica : recueil mensuel, classement méthodique de la bibliographie internationale des Sciences médicales; directeurs : C. Potain, membre de l'Institut, Charles Richet; t. I, n° 7. Paris, Institut de Bibliographie, 1900; 1 fasc. in-8°.

Icones fungorum ad usum sylloges Saccardianæ accomodatæ, auctore A.-N. Berlese; vol. III, fasc. I-II. *Sphæriaceæ Allantosporæ* (p. 1 à 52; tab. I-LXI). Patavii, 1900; 1 vol. pet. in-4°. (Présenté par M. Bornet.) (Hommage de l'Auteur.)

Recueil de Monographies stratigraphiques sur le Système crétacique du Portugal, par Paul Choffat, deuxième étude : *Le Crétacique supérieur au nord du Tage*. Lisbonne, Imprimerie de l'Académie royale des Sciences, 1900; 1 fasc. in-4°.

Bio-anisotropische Bassins, von M. JEGUNOW, mit 1 Tafel und 1 Textfig. Varsovie, 1900; 1 fasc. in-4°.

Sur les radiants composés, dits stationnaires, des étoiles filantes, par TH. BRÉDIKHINE. (*Bull. de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*; septembre 1900, t. XIII, n° 2.) 1 fasc. gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 10 septembre 1900.)

Page 515, ligne 13, *au lieu de* M. BODET, *lisez* M. LUCIEN GODET.

(Séance du 15 octobre 1900.)

Note de M. *Gruey*, Sur l'équation générale, etc. :

Page 603, ligne 1, en remontant, *au lieu des termes*

$$-\frac{\partial R}{\partial r}\frac{\partial r}{\partial t}-\frac{\partial R}{\partial u}\frac{\partial u}{\partial t},$$

lisez

$$-\frac{\partial R}{\partial r}\frac{dr}{dt}-\frac{\partial R}{\partial u}\frac{du}{dt}.$$

Même page, ligne 4, en remontant, *au lieu de*

$$\frac{k\sqrt{p}}{r^2}=\frac{dv}{dt}+\cos\varphi\frac{d\theta}{dt},$$

lisez

$$\frac{k\sqrt{p}}{r^2}=\frac{dv}{dt}+\cos\varphi\frac{d\theta}{dt}.$$

Même page, ligne 6, en remontant, *au lieu de*

$$k\sqrt{p}\sin\varphi\frac{d\theta}{dt}=\frac{\partial R}{\partial J}.$$

lisez

$$k\sqrt{p}\sin\varphi\frac{d\theta}{dt}=\frac{\partial R}{\partial J}.$$

Page 605, ligne 4, *au lieu de* en prenant, $\psi = J$, *lisez* en prenant, $\varphi = J$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 OCTOBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Bunsen*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques, et le Président en exercice.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. Darboux, Faye, Poincaré;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. Berthelot, Fouqué, Van Tieghem.

En conséquence, la Commission se composera de :

M. Maurice Lévy, Président en exercice, et de MM. Darboux, Faye, Poincaré, Berthelot, Fouqué, Van Tieghem.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. Guarini et Poncelet soumettent au jugement de l'Académie une Note sur : « Le rôle de l'antenne dans la télégraphie sans fil ».

(Commissaires : MM. Mascart, Violle.)

M. A. Guépin adresse un Mémoire intitulé : « Les lois des réflexes urinaires ou lois de Reliquet ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. A.-J. Ferrera da Silva adresse une réclamation de priorité relative à une « Méthode pour la recherche de l'acide salicylique dans les vins ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Marcel Salmon soumet au jugement de l'Académie une Note relative à la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Le huitième volume des « Œuvres de *Gauss* », publié par la Société royale des Sciences de Göttingue;

2° Un Ouvrage de M. *E. Vallier* ayant pour titre : « Théorie et tracé des freins hydrauliques ».

M. F. **Laurent** adresse à l'Académie un Rapport autographe de *Parmentier* concernant « Son voyage en Camargues et dans le plan du Bourg ».

Ce Rapport sera déposé à la Bibliothèque de l'Institut.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode de Riemann et sur les équations, aux dérivées partielles, linéaires*. Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Jordan.

« Dans son Mémoire *Sur la propagation d'ondes aériennes,* Riemann a fait connaître une méthode pour intégrer les équations linéaires, où une seule inconnue, fonction de deux variables indépendantes, entre avec ses dérivées partielles des deux premiers ordres.

» Le procédé indiqué s'applique, si l'on possède une certaine solution de l'équation adjointe à la proposée; il donne alors la solution générale cherchée, ou, en termes plus précis, une solution telle que l'inconnue et l'une de ses dérivées du premier ordre se réduisent, le long d'une courbe choisie à volonté, à des fonctions arbitraires de l'unique variable déterminant les points sur cette courbe.

» Un point essentiel est donc d'obtenir, pour chaque équation, cette solution particulière de son adjointe, qui est l'nn des éléments nécessaires à l'analyse de Riemann. L'illustre géomètre n'indique qu'à peine comment il l'a trouvée dans le cas des ondes aériennes et se contente d'exposer une vérification du résultat. La forme connue de cette intégrale a, depuis, suggéré la solution qui convient à un cas un peu moins limité, mais l'ensemble des équations ainsi traitées reste des plus restreints, et les moyens employés ne semblent pas se prêter à des généralisations de quelque étendue. La méthode indiquée dans cette Note présente, avec celle de Riemann, une analogie visible; elle en diffère cependant d'une façon importante, car elle réduit les difficultés signalées à l'étude d'une question beaucoup plus simple, souvent toute résolue pour les équations qui s'offrent dans les applications. Voici en quoi elle consiste :

» Soient x_1, x_2 les variables caractéristiques de l'équation dont il s'agit, z l'inconnue et $z^{(i,k)}$ ses dérivées partielles. Si z_1, z_2, z_3 sont trois solutions particulières données, les relations suivantes

$$(1) \qquad z = \sum_{(i)} a_i z_i, \qquad z^{(1,0)} = \sum_{(i)} a_i z_i^{(1,0)}, \qquad z^{(0,1)} = \sum_{(i)} a_i z_i^{(0,1)}$$

$$(i = 1, 2, 3)$$

définissent trois inconnues nouvelles, a_1, a_2, a_3, liées entre elles par des équations de cette espèce

$$(2)\quad \begin{cases} da_2 = \lambda \dfrac{\partial a_1}{\partial x_1} dx_1 + \mu \dfrac{\partial a_1}{\partial x_2} dx_2, \\ da_3 = (\alpha + \lambda\beta) \dfrac{\partial a_1}{\partial x_1} dx_1 + (\alpha + \mu\beta) \dfrac{\partial a_1}{\partial x_2} dx_2; \end{cases}$$

λ, μ, α, β s'expriment aisément au moyen de z_1, z_2, z_3 et de leurs dérivées premières.

» Je considère maintenant des valeurs quelconques $x_1^{(0)}$, $x_2^{(0)}$, des variables caractéristiques, et je suppose z_1, z_2, z_3 choisies de telle manière que : 1° pour $x_2 = x_2^{(0)}$, λ soit une constante absolue, λ_0; 2° pour $x_1 = x_1^{(0)}$, μ se change en une autre constante, μ_0; cela étant, sur un arc de courbe arbitraire, C, rencontrant la droite $x_1 = x_1^{(0)}$ en un point X_2 et la droite $x_2 = x_2^{(0)}$ en un point X_1, je suppose que z et $z^{(1.0)}$, $z^{(0.1)}$ soient assujetties à prendre des valeurs données et concordantes : l'intégrale

$$\int \lambda \frac{\partial a_1}{\partial x_1} dx_1 + \mu \frac{\partial a_1}{\partial x_2} dx_2,$$

étendue au périmètre qui a pour sommets les trois points $(x_1^{(0)}, x_2^{(0)})$, $(x_1^{(0)}, X_2)$, $(X_1, x_2^{(0)})$, doit s'évanouir, sous des conditions de continuité semblables à celles qu'exige la formule de Riemann. Par suite,

$$(3)\quad \begin{cases} \lambda_0 a_1(X_1, x_2^{(0)}) + (\mu_0 - \lambda_0) a_1(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}) \\ \qquad - \mu_0 a_1(x_1^{(0)}, X_2) + \displaystyle\int_{x_1^{(0)}, X_2}^{X_1, x_2^{(0)}} \lambda \frac{\partial a_1}{\partial x_1} dx_1 + \mu \frac{\partial a_1}{\partial x_2} dx_2 = 0. \end{cases}$$

Tout est connu dans cette relation, excepté $a_1(x_1^{(0)}, x_1^{(0)})$, qui s'en déduit.

» Ce qui distingue la méthode proposée, c'est que, l'arc C demeurant arbitraire, l'intégrale précédente se calcule sans quadrature : elle représente, en effet,

$$(4)\quad a_2(X_1, x_2^{(0)}) - a_2(x_1^{(0)}, X_2),$$

et l'on sait exprimer a_2 au moyen de z, $z^{(1.0)}$, $z^{(0.1)}$, quantités données en chacun des points $(x_1^{(0)}, X_2)$, $(X_1, x_2^{(0)})$. L'expression suivante,

$$a_2(X_1, x_2^{(0)}) + \gamma_0 \{ a_1(X_1, x_2^{(0)}) - a_1(x_2^{(0)}, x_2^{(0)}) \},$$

fait connaître a_2 au point $(x_1^{(0)}, x_2^{(0)})$; mais une quadrature est indispensable

pour obtenir a_3 et, par conséquent, z, déterminée par la première des équations (1).

» z_2, z_3 étant deux solutions quelconques et données, par exemple indépendantes de $x_1^{(0)}$, $x_2^{(0)}$, pour soumettre λ et μ aux conditions indiquées, il reste à choisir, comme il convient,

$$(5) \qquad z_1(x_1, x_2 \mid x_1^{(0)}, x_2^{(0)}).$$

» Imaginons, à cet effet, qu'on ait su trouver, pour l'équation proposée, quatre solutions, différentes de z_2, z_3 et d'ailleurs absolument quelconques. En substituant chacune d'elles à la place de z dans l'équation (3), dont le dernier terme s'exprime par (4), on forme des équations où tout est connu, hormis les valeurs de z_1, $z_1^{(1.0)}$, $z_1^{(0.1)}$, aux points $(X_1, x_2^{(0)})$ et $[x_1^{(0)}, X_2]$. Les relations $\lambda = \lambda_0$, $(x_2 = x_2^{(0)})$; $\mu = \mu_0$, $(x_1 = x_1^{(0)})$, semblables aux précedentes et linéaires à l'égard des mêmes inconnues, achèvent de déterminer ces dernières, en sorte qu'on possède

$$(6) \qquad z_1(X_1, x_2^{(0)} \mid x_1^{(0)}, x_2^{(0)}), \qquad z_1(x_1^{(0)}, X_2 \mid x_1^{(0)}, x_2^{(0)}),$$

avec les expressions correspondantes de $z_1^{(1.0)}$, $z_1^{(0.1)}$. Une permutation, toujours permise, puisque X_1, X_2 sont arbitraires, donne alors

$$(7) \qquad z_1(x_1^{(0)}, X_2 \mid X_1, X_2), \qquad z_1(X_1, x_2^{(0)} \mid X_1, X_2).$$

L'expression générale de z_1 en découle par l'équation (3). Il suffit d'y prendre pour inconnue (5) au lieu de z et d'attribuer au point (X_1, X_2) le rôle qu'avait $(x_1^{(0)}, x_2^{(0)})$. D'après ce qui précède, tout est alors donné dans la relation ainsi construite, excepté $z_1(X_1, X_2 \mid x_1^{(0)}, x_2^{(0)})$, qui en résulte, non toutefois sans une quadrature.

» Comme conclusion, une équation aux dérivées partielles, linéaire et du second ordre, rapportée à ses caractéristiques, que je suppose réelles, s'intègre d'une manière complète par la méthode proposée, si l'on en sait trouver *six solutions particulières qui peuvent être tout à fait quelconques*. Je n'ai pas encore examiné comment le nombre des solutions exigées peut être diminué.

» Une méthode analogue s'applique aux équations renfermant plus de deux variables indépendantes; cette question sera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une autre Communication. »

PHYSIQUE. — *Méthode interférentielle pour la mesure des longueurs d'onde dans le spectre solaire.* Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. Cornu.

« Nous allons indiquer brièvement le principe de la méthode suivie, remettant à plus tard la discussion des résultats.

» Soit, dans le spectre, une raie noire de longueur d'onde λ, qu'il s'agit de mesurer; nous la comparons directement à l'une des raies du cadmium mesurées par M. Michelson.

» A cet effet nous produisons, au moyen d'un appareil spectroscopique ordinaire, un spectre solaire, qui se projette sur une fente placée de manière à en laisser passer une région très étroite, comprenant la longueur d'onde λ et une infinité d'autres longueurs d'onde très voisines, les unes plus grandes, les autres plus petites. Cette lumière complexe, dans laquelle manque la radiation λ_1 (puisqu'elle correspond à une raie noire du spectre solaire), est envoyée à travers une lame d'air à faces parallèles et argentées, dont l'épaisseur peut être, par exemple, 5^{mm}. D'après les propriétés des lames argentées, chaque radiation donne un système d'anneaux très fins; dans le champ de la lunette on verra donc se juxtaposer et se fondre les anneaux des radiations existantes; seul le système correspondant à la radiation λ manquera, ce qui se traduira par la présence d'un système d'anneaux obscurs. Soit alors p_1 l'ordre du premier de ces anneaux noirs; l'ordre d'interférence au centre sera $p_1 + \varepsilon_1$.

» Faisons tomber sur le même appareil la lumière du cadmium; l'ordre d'interférence pour une des radiations de longueur d'onde λ sera $p + \varepsilon$.

» On a la relation

$$(p_1 + \varepsilon_1)\lambda_1 = (p + \varepsilon)\lambda;$$

d'où le rapport $\frac{\lambda_1}{\lambda_1}$, et par suite λ_1, si l'on connaît les entiers p, p_1 et les fractions ε, ε_1.

» L'entier p est mesuré une fois pour toutes et la connaissance d'une valeur approchée de λ_1 suffit à déterminer sans ambiguïté p_1.

» Tout revient donc à déterminer les fractions ε et ε_1. Il suffit pour cela de mesurer le diamètre angulaire du premier anneau. Soit i le demi-diamètre, on a

$$p + \varepsilon = \frac{2e}{\lambda}, \qquad p = \frac{2e}{\lambda}\cos i,$$

d'où

$$\varepsilon = \frac{2e}{\lambda}(1 - \cos i) = p\,\frac{1 - \cos i}{\cos i};$$

de même pour ε_1.

» L'expérience se réduit donc à la mesure de deux diamètres d'anneaux, et l'appareil interférentiel à une lame d'air à faces parallèles et argentées dont l'épaisseur, presque invariable, ne peut se modifier que par les dilatations, et en tous cas ne change pas pendant la durée très courte d'une mesure. Cette lame n'est autre qu'un des étalons d'épaisseur dont nous avons donné la description ([1]).

» La même méthode est naturellement applicable aux raies métalliques brillantes; elle diffère un peu en principe de la *méthode des coïncidences* que nous avons ordinairement employée; mais l'appareil interférentiel étant *invariable*, elle n'exige aucune stabilité et aucun tâtonnement pour la détermination du numéro d'ordre.

» La mesure des longueurs d'onde des raies du spectre solaire a une importance particulière, non seulement au point de vue de la spectroscopie solaire, mais aussi parce que le spectre solaire a servi jusqu'ici d'échelle de comparaison pour toutes les mesures spectroscopiques courantes; depuis plusieurs années l'échelle universellement adoptée est celle de M. Rowland, par un accord tacite que justifie la précision des mesures de ce savant.

» Toute erreur sur l'échelle solaire se reportera donc dans toutes les mesures spectroscopiques. Or ces erreurs peuvent être de deux espèces :

» 1° Les valeurs absolues de ces longueurs d'onde ne sont qu'imparfaitement connues; elles n'ont pas été comparées avec toute la précision voulue aux raies du cadmium, de telle sorte que l'on ne sait pas au juste quelle est, en mètres, l'unité employée par Rowland dans son échelle spectroscopique, et qu'après avoir adopté un multiple d'une longueur d'onde comme unité universelle de longueur, on se sert de cette unité pour mesurer toutes les longueurs excepté les longueurs d'onde.

» 2° L'échelle de Rowland ne peut-elle pas présenter quelques erreurs systématiques, de telle sorte que les *rapports* eux-mêmes des nombres admis présentent quelques inexactitudes? Il serait certainement utile de contrôler les résultats par des méthodes différentes, peut-être plus puissantes, et en tout cas plus directes.

» Les méthodes interférentielles permettent de comparer entre elles

---

([1]) *Comptes rendus*, 19 février 1900.

directement les longueurs d'onde de deux raies brillantes quelconques.

» Celles que nous employons permettent en outre de comparer entre elles une raie noire et une raie brillante, par exemple une raie solaire avec une des radiations du cadmium, et par suite de déterminer *directement*, en centimètres, la longueur d'onde d'une raie solaire placée dans n'importe quelle région du spectre solaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les arséniates ammoniacaux de nickel.* Note de M. O. **Ducru**, présentée par M. A. Ditte.

« La méthode que j'ai employée pour le cobalt (*Comptes rendus*, 22 octobre 1900) donne également pour le nickel des arséniates ammoniacaux. Si, dans une solution de nickel contenant de l'ammoniaque libre et des sels ammoniacaux, on ajoute de l'acide arsénique ou un arséniate soluble, il se produit, soit à froid, soit en chauffant légèrement, des précipités blanc verdâtre, très volumineux et gélatineux. Maintenus au bain-marie au contact de la liqueur mère, ces précipités se modifient peu à peu; ils se contractent, deviennent d'un vert plus franc, et l'examen les montre alors entièrement cristallisés.

» Cette transformation est plus difficile à suivre que pour les sels de cobalt, car les différences de couleur sont beaucoup moins tranchées.

» Les sels ainsi produits sont des arséniates ammoniacaux de nickel correspondant à ceux de cobalt, auxquels, à la différence de couleur près, ils ressemblent d'une manière frappante. Ils agissent vivement sur la lumière polarisée et appartiennent au système clinorhombique.

» Comme pour les sels de cobalt, la teneur en Ni et As des produits obtenus est sensiblement constante, tandis que celle en AzH^3 varie de 0 à 8,6 pour 100 environ. Soumis à une élévation progressive de température, ils perdent de l'eau et de l'ammoniaque : ce départ n'est complet qu'au rouge sombre. Le résidu, de couleur brun havane, représente dans tous les cas environ 76 pour 100 du poids primitif, et sa composition est celle de l'arséniate trinickeleux $(AsO^4)^2Ni^3$.

» Ces sels sont insolubles dans l'eau froide; les solutions ammoniacales, même faibles, en dissolvent une proportion notable, en sorte que je n'ai pu obtenir de précipitation complète, soit pour le nickel, soit pour l'arsenic. Les acides minéraux les dissolvent avec une grande facilité.

» La teneur en AzH^3 des produits cristallisés ne dépend que de la con-

centration en AzH^3 libre de la liqueur dans laquelle ils prennent naissance. En cherchant la relation qui lie ces deux quantités, on obtient une courbe analogue à celle que donne le cobalt, et ne présentant aucun point anguleux.

» 1° En précipitant le chlorure de nickel par la quantité correspondante d'arséniate triammonique, en l'absence d'ammoniaque libre, dans un ballon scellé que l'on chauffe au bain-marie, on obtient de fines aiguilles dont la composition

$$(AsO^4)^2Ni^3 + 8H^2O$$

et la forme cristalline sont celles de l'annabergite naturelle.

» 2° Dans une solution contenant par litre 7^cc d'ammoniaqne à 20 pour 100 ($D = 0,921$, soit 1^gr,38 de AzH^3 par litre, à l'état libre), on obtient un arséniate monoammonique

$$(AsO^4)^2Ni^3 + AzH^3 + 7H^2O.$$

» 3° Avec 35^cc d'ammoniaque à 20 pour 100 par litre (soit 6^gr,90 de AzH^3 libre), on obtient un arséniate diammonique

$$(AsO^4)^2Ni^3 + 2AzH^3 + 6H^2O.$$

» 4° Avec 125^cc d'ammoniaque à 20 pour 100 par litre (soit 24^gr,70 de AzH^3 libre), on obtient un arséniate triammonique

$$(AsO^4)^2Ni^3 + 3AzH^3 + 5H^2O.$$

» Il est d'ailleurs difficile de dépasser cette proportion d'ammoniaque : si les solutions sont concentrées, on n'obtient, après chauffage, que le chlorure ammoniacal $NiCl^2, 6AzH^3$; avec des solutions étendues, on n'obtient plus de précipité.

» Pour reconnaître si ces quatre composés ont bien une existence individuelle et ne sont pas des mélanges, je les ai comparés après chauffage à poids constant à la température de 155°; le Tableau suivant indique les pertes en eau et ammoniaque, exprimées en molécules, et la composition finale des produits :

Composition primitive.	Pertes en molécules. H^2O.	AzH^3.	Composition finale.
1° Sel à $8H^2O$	$6\frac{1}{2}$	»	$(AsO^4)^2Ni^3 + 1,5H^2O$
2° Sel à $7H^2O + AzH^3$	6	$\frac{1}{4}$	$(AsO^4)^2Ni^3 + \frac{3}{4}AzH^3 + H^2O$
3° Sel à $6H^2O + 2AzH^3$	$5\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$(AsO^4)^2Ni^3 + \frac{3}{4}AzH^3 + \frac{1}{2}H^2O$
4° Sel à $5H^2O + 3AzH^3$	$4\frac{1}{2}$	2	$(AzO^4)^2Ni^3 + \frac{1}{2}AzH^3 + \frac{1}{2}H^2O$

» Ces résultats établissent l'existence propre de chacun des quatre sels. Le nickel forme donc trois arséniates ammoniacaux, correspondant à ceux

de cobalt, et dérivant de l'annabergite par le remplacement de H^2O par AzH^3, molécule à molécule.

» Pour préparer ces arséniates ammoniacaux de nickel et de cobalt, il est nécessaire d'opérer sur des solutions d'une concentration bien déterminée en AzH^3 libre, ce qui conduit à l'emploi de tubes ou matras scellés. Dans ces conditions, on ne peut obtenir que de faibles quantités de produits. J'ai trouvé très commode d'employer les bouteilles à fermeture hermétique, dites *à système,* qui servent à pasteuriser et à conserver la bière. Elles permettent de chauffer des volumes de 400^{cc} à 500^{cc} : il est d'ailleurs toujours prudent de les chauffer au bain-marie dans une gaine de forte toile métallique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les séléniures de cobalt.* Note de M. **Fonzes-Diacon**, présentée par M. H. Moissan.

« Par l'action des vapeurs de sélénium sur le cobalt chauffé au rouge, Little a obtenu le protoséléniure CoSe fondu.

» J'ai préparé avec le cobalt une série de séléniures analogues à ceux que m'a fournis le nickel.

» *Protoséléniure de cobalt.* — Je n'ai pu, par l'action de vapeurs très diluées de sélénium, obtenir ce composé à l'état cristallisé; les lames de cobalt se recouvrent d'un enduit gris qui s'en détache facilement et répond bien à la formule CoSe, mais c'est un produit amorphe.

» L'oxyde de cobalt, ou mieux le chlorate de cobalt anhydre, se transforme, par l'action de l'hydrogène sélénié au rouge blanc, en protoséléniure de cobalt; il faut avoir soin, quand la transformation paraît complète, de refroidir brusquement le tube dans lequel se fait l'opération et de le balayer par un courant de gaz inerte.

» *Sesquiséléniures de cobalt.* 1° Co^2Se^3. — Au rouge sombre l'hydrogène sélénié réagit sur le chlorure de cobalt anhydre en le transformant en sesquiséléniure. Ce corps se présente sous la forme d'une masse grise, fondue, répondant à l'analyse à la formule Co^2Se^3.

» 2° Co^3Se^4. — On peut obtenir ce séléniure, parfaitement cristallisé, en faisant arriver, sur du chlorure de cobalt chauffé au rouge sombre, de l'hydrogène sélénié entraîné par un courant d'azote chargé de vapeurs d'acide chlorhydrique.

» On retire des nacelles une masse cristalline brillante, gris violacé, qui, au microscope, est formée de beaux octaèdres cubiques isolés. Ces cristaux répondent à la formule Co^3Se^4, ils sont donc isomères avec la linnéite Co^3S^4 et présentent une composition semblable.

» La densité, prise à 15°, est de 6,54.

» *Biséléniure de cobalt.* — L'hydrogène sélénié réagit sur le chlorure de cobalt

anhydre bien avant le rouge sombre, et celui-ci se transforme en un produit friable, gris violacé, répondant à la formule $CoSe^2$. La chaleur faisant perdre facilement du sélénium à ce séléniure. il faut éteindre le feu au moment où cesse le courant de SeH^2 et balayer le tube par un courant d'azote.

» *Sous-séléniure de cobalt.* — Les divers séléniures de cobalt que nous avons obtenus sont partiellement réduits quand on les chauffe au rouge blanc dans un courant d'hydrogène.

» Les nacelles renferment alors une masse fondue, d'un blanc d'argent, très brillante et répondant à la formule Co^2Se.

» Si l'on broie cette masse et qu'on la chauffe de nouveau au rouge blanc dans un courant d'hydrogène, elle perd, mais très lentement, du sélénium sans donner de cobalt filiforme.

» *Propriétés des séléniures de cobalt.* — Réduits en poudre, ils sont lentement attaqués par l'acide chlorhydrique au rouge naissant.

» L'acide chlorhydrique fumant les attaque fort mal, même à l'ébullition.

» Le chlore, au-dessous du rouge sombre, en déplace l'hydrogène sélénié; l'eau de brome avec un excès de brome les dissout aisément.

» Grillés dans un courant d'oxygène, ils donnent naissance à de l'anhydride sélénieux et à de l'oxyde de cobalt.

» L'hydrogène, au rouge blanc, les transforme en sous-séléniure, qui, par une action très prolongée du réducteur, perd encore du sélénium.

» *Oxyséléniure de cobalt.* — Le séléniate de cobalt chauffé dans un courant d'hydrogène se dissout d'abord partiellement avec perte d'anhydride sélénieux et d'eau, puis, à une température plus élevée, inférieure au rouge sombre, la réduction a lieu et l'on obtient une poudre d'un gris verdâtre renfermant des quantités variables de sélénium et de cobalt, ainsi que de l'oxygène.

» On met en évidence l'oxygène par l'eau qui prend naissance quand on chauffe la poudre dans un courant d'hydrogène sec; l'acide chlorhydrique en déplace facilement l'hydrogène sélénié.

» Si la réduction du séléniate s'effectue au rouge sombre, on obtient une poudre noire, magnétique, mélange de cobalt métallique et de séléniure de cobalt.

» Enfin, à la température du rouge blanc, on obtient une masse grise, poreuse; c'est du cobalt métallique renfermant de petites quantités de sélénium.

» Si l'on veut effectuer la réduction du séléniate de cobalt par l'aluminium en poudre en amorçant la réaction à l'aide d'une cartouche d'aluminium, on obtient, non du séléniure de cobalt, mais bien des globules de cobalt métallique fondu.

» *En résumé.* — Le cobalt peut se combiner au sélénium en donnant, suivant les conditions de l'expérience : $CoSe^2$, Co^2Se^3, Co^3Se^4, $CoSe$.

» A haute température, l'hydrogène transforme ces corps en sous-séléniure Co^2Se qui, à la longue, perd également du sélénium.

» Le séléniate de cobalt, réduit par l'hydrogène, donne des oxyséléniures ou des mélanges de séléniure et de cobalt métallique, suivant la température de réduction. »

CHIMIE. — *Modification des propriétés chimiques de quelques corps simples par addition de très petites proportions de substances étrangères.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. Arm. Gautier.

« En étudiant les formes diverses de la phosphorescence, nous avons constaté qu'en ajoutant à certains corps des proportions très minimes de matières étrangères, il se formait des combinaisons qui modifiaient profondément les propriétés physiques de ces corps. C'est ainsi que des traces de vapeur d'eau excitent la phosphorescence des sulfates de quinine et de cinchonine et leur donnent l'aptitude d'émettre des effluves qui rendent l'air conducteur de l'électricité et qui traversent les obstacles matériels [1].

» Ces changements dans l'état physique de plusieurs substances nous ont conduit à rechercher si les propriétés chimiques de quelques corps simples ne pourraient être également modifiées par des traces de substances étrangères.

» Nos recherches ont porté surtout sur le mercure, le magnésium et l'aluminium.

» Je rappelle les propriétés suivantes :

» *Mercure.* — Il ne s'oxyde pas sensiblement à froid et ne décompose pas l'eau à froid ou à chaud.

» *Magnésium.* — Il ne s'oxyde pas à l'air et ne décompose pas l'eau à froid.

» *Aluminium.* — Il ne décompose pas sensiblement l'eau à froid, ne s'oxyde pas à l'air et n'est pas attaqué par les acides sulfurique et nitrique.

» *Modification des propriétés du mercure.* — Une lame de magnésium peut être indéfiniment laissée sur un bain de mercure ou agitée avec lui sans

(1) Voir *Revue scientifique* des 8 et 15 septembre 1900. Quelques-uns des corps dont j'ai parlé produisent la phosphorescence par hydratation ou déshydratation, mais tous ne donnent pas des phénomènes de radio-activité. Parmi les réactions qui s'accompagnent d'un dégagement considérable d'effluves rendant l'air très conducteur de l'électricité, je citerai surtout l'hydratation du sulfate de quinine, la décomposition de l'eau par le carbure de calcium, la formation d'hydrogène par action du zinc sur l'acide sulfurique étendu d'eau, la formation d'oxygène par décomposition de l'eau oxygénée agissant sur le bioxyde de manganèse, etc.

être attaquée; mais si l'on fait intervenir une légère pression en introduisant verticalement dans un tube plein de mercure une lame de magnésium nettoyée à l'émeri, la lame est attaquée par le mercure au bout de quelques heures. Le mercure jouit dès lors de la propriété de décomposer l'eau et de s'oxyder à froid. Son oxydabilité à l'air est puissante : si l'on retire de la surface du métal la couche épaisse d'oxyde noir qui le recouvre, elle se reforme instantanément. Cette oxydation peut se continuer ainsi pendant plus d'une heure. Il suffit que le mercure contienne $\frac{1}{14000}$ de son poids de magnésium.

» On obtiendrait les mêmes résultats si, au lieu de faire agir le mercure sur le magnésium sous pression pendant quelques heures, on secouait fortement pendant dix secondes, dans un flacon contenant de l'eau aiguisée de $\frac{1}{100}$ d'acide chlorhydrique, du mercure et du magnésium.

» *Modification des propriétés du magnésium.* — Du magnésium soumis à l'action du mercure sous pression ou agité pendant dix secondes avec du mercure et de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{100}$, acquiert la propriété de décomposer vivement l'eau en s'oxydant.

» *Modification des propriétés de l'aluminium.* — On sait que le mercure, qui est sans action sur l'aluminium lorsqu'on ne fait intervenir aucun réactif, se combine avec lui en présence des bases et forme un amalgame brillant qui décompose l'eau. Une quantité notable de mercure se trouve alors combinée avec l'aluminium. Dans les opérations que nous allons indiquer, la proportion du mercure qui se combine à l'aluminium est si faible que la surface de ce dernier n'est même pas altérée. On peut, comme pour le magnésium, faire agir le mercure sous pression, mais l'action du choc est plus rapide. Il suffit d'introduire dans un flacon contenant quelques centimètres cubes de mercure, des lames d'aluminium préalablement nettoyées à l'émeri et d'agiter fortement le flacon pendant deux minutes. Si l'on retire ensuite une des lames du flacon, qu'on l'essuie soigneusement et qu'on la pose verticalement sur un support, on la voit se couvrir presque instantanément de gerbes blanches d'alumine qui germent perpendiculairement à la surface du métal et finissent par atteindre 1^{cm} de hauteur. Au début, la température de la lame s'élève jusqu'à 102°.

» Si l'on jette cet aluminium légèrement amalgamé dans un flacon plein d'eau, il la décompose énergiquement et se transforme en alumine. La décomposition ne s'arrête que quand l'aluminium est entièrement disparu. Une lame d'aluminium de 1^{mm} d'épaisseur, de 1^{cm} de largeur et de 10^{cm} de longueur est entièrement détruite en moins de quarante-huit heures et en

bien moins de temps si l'on agite pour enlever la couche d'alumine qui se forme.

» On peut se rendre compte de la faible quantité de mercure nécessaire pour transformer aussi profondément les propriétés de l'aluminium en introduisant dans une éprouvette pleine d'eau distillée et contenant quelques gouttes de mercure, une longue lame d'aluminium maintenue verticalement par un bouchon, de façon qu'elle ne puisse toucher le mercure que par son extrémité inférieure. Au bout de quelques heures l'eau commence à se décomposer, et la décomposition se continue jusqu'à disparition complète de la lame d'aluminium.

» L'influence des impuretés sur les propriétés des métaux a été déjà signalée depuis longtemps. On a essayé de l'expliquer en admettant qu'il se fait ainsi des couples. C'est peut-être là une analogie, mais non une explication et je tiens à éviter ici toute hypothèse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Cellulose, cellulose mercerisée, cellulose précipitée, hydrocellulose.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. H. Moissan.

« La cellulose et quelques-unes de ses modifications forment la base des textiles végétaux naturels, et de textiles artificiels dont la substance est d'origine végétale.

» J'ai étudié comparativement, au point de vue chimique, la cellulose du coton, la cellulose mercerisée, la cellulose dissoute dans le réactif de Schweitzer et précipitée par les acides, l'hydrocellulose de Girard.

» *Cellulose du coton.* — On obtient facilement le produit à l'état de pureté, en employant le procédé que j'ai décrit.

» *Cellulose mercerisée.* — Elle prend naissance en immergeant le coton à part pendant quelques minutes dans une lessive froide de soude caustique à 30° ou 40° B.

» *Cellulose précipitée.* — On prépare cette substance en précipitant par un acide une solution de cellulose du coton dans la liqueur de Schweitzer.

» *Hydrocellulose.* — Ce produit se forme suivant les indications de Girard en faisant agir les acides minéraux étendus sur la cellulose.

» Ces différentes substances ont été examinées comparativement. J'ai déterminé leurs propriétés réductrices par rapport à la liqueur cupropotassique, leur vitesse de saccharification, leur chaleur de combustion.

» *Propriétés réductrices.* — Aucune de ces substances ne réduit la liqueur cupropotassique. Ce fait est intéressant étant données les propriétés réductrices si accentuées de l'oxycellulose. En particulier, la cellulose soumise à l'action de la lessive de soude froide, pendant cinq minutes, une heure, vingt-quatre heures, ne possède aucun pouvoir réducteur.

» *Vitesses de saccharification.* — 2gr de substance à saccharifier ont été traités par 50cc d'acide chlorhydrique à 16° B. en présence de 200cc d'eau distillée, au bain-marie bouillant, pendant six heures.

» Les solutions ont été neutralisées jusqu'à légère acidité et titrées ensuite par la liqueur de Pasteur; les résultats ont été calculés en glucose.

» J'ai opéré comparativement avec de l'amidon et de l'oxycellulose. Après saccharification, toutes les liqueurs étaient incolores, sauf celle de l'oxycellulose, qui avait légèrement jauni.

			Glucose.
100gr de	coton purifié	ont donné...	3gr,29
»	hydrocellulose	» ...	9,70
»	cellulose mercerisée avec NaOH 30°B.	» ...	4,39
»	cellulose mercerisée avec NaOH 40°B.	» ...	3,51
»	cellulose précipitée de la liqueur de Schweitzer	» ...	4,39
»	oxycellulose	» ...	14,70
»	amidon	» ...	98,60

Chaleurs de combustion déterminées à la bombe calorimétrique.

		Pour 1gr de matière.
Cellulose du coton	(séchée à 110°)...............................	4223cal
Hydrocellulose	(séchée dans le vide, sur l'acide sulfurique)....	4006
Cellulose mercerisée	»	3980
Cellulose précipitée	»	3982

» On peut conclure de ces nombres que les alcalis concentrés à froid, tels qu'ils sont employés dans l'opération du mercerisage, hydratent et, probablement, dépolymérisent la cellulose sans lui conférer de fonctions chimiques nouvelles; qu'il en est de même des acides étendus agissant dans les conditions de formation de l'hydrocellulose de Girard. L'action produite paraît très éloignée de l'état de l'amidon, si l'on en juge par la vitesse de saccharification.

» Enfin, les substances expérimentées se différencient nettement de l'oxycellulose, puisqu'elles ne possèdent pas de propriétés réductrices; il faut remarquer, au surplus, que l'oxycellulose ne peut pas subsister au contact des liqueurs alcalines concentrées. J'ai montré, en effet, qu'elle se dédouble en cellulose et en un acide soluble. Cette réaction paraît semblable à celle du furfurol qui donne, dans ces conditions, de l'alcool furfurylique et de l'acide pyromucique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux acétones à fonction acétylénique, l'acétylœnanthylidène et le benzoylœnanthylidène. Transformation en dicétones β par hydratation.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, présentée par M. H. Moissan.

« Les réactions d'hydratation de l'acétylphénylacétylène et du benzoylphénylacétylène observées dernièrement par M. Nef ([1]) et par nous-mêmes ([2]), ainsi que que le dédoublement assez inattendu que nous avons réalisé des mêmes composés sous l'influence des alcalis ([3]), nous ont engagés à préparer de nouvelles acétones à fonction acétylénique en vue de généraliser ces réactions.

» Partant de l'œnanthylidène $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv CH$, nous avons obtenu les dérivés acétylé $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO-CH^3$ et benzoylé $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO-C^6H^5$, en faisant réagir sur le dérivé sodé du carbure $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv CNa$ les chlorures d'acides correspondants, et ces deux acétones acétyléniques ont été étudiées dans le sens indiqué.

» Le carbure qui a servi à ces expériences a été préparé en traitant le bichlorure d'œnanthylidène $CH^3-(CH^2)^5-CHCl^2$ par la potasse, suivant l'élégante méthode de M. Desgrez ([4]). La portion la plus abondante, après une série de rectifications, passait entre 100° et 106°, alors que le produit régénéré de sa combinaison cuprique, par suite rigoureusement pur, distille à 101°-102°. Nous n'avons pas effectué cette dernière purification, d'ailleurs inutile pour nos expériences, à cause des grandes pertes de carbure qu'elle occasionne toujours.

» Le dérivé s'obtient aisément. On introduit du sodium finement pulvérisé (1 atome) dans de l'œnanthylidène (1 molécule) étendu de cinq fois son poids d'éther absolu. La réaction se déclare spontanément au bout de quelques minutes, et l'éther entre en ébullition, qu'on entretient en chauffant directement à reflux pendant quelques heures; chaque grain de sodium se recouvre peu à peu d'une croûte de dérivé sodé blanc, qui va en s'épaississant de plus en plus. La réaction n'est d'ailleurs jamais complète, une partie du sodium reste intacte au centre de chaque grain de poudre blanche, et l'on retrouve toujours de l'œnanthylidène en solution dans l'éther. Il est vraisemblable d'ailleurs que l'hydrogène déplacé par le sodium se fixe, au moins partiellement, sur

---

([1]) *Lieb. Annal.*, septembre 1899.

([2]) Ch. Moureu et R. Delange, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1259.

([3]) *Loc. cit.*

([4]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IX, p. 83.

l'œnanthylidène; c'est là un point que nous éclaircirons plus tard, quand nous examinerons spécialement les résidus de la préparation de l'œnanthylidène sodé.

» On emploie, pour les réactions qui suivent, le *dérivé* sodé brut en suspension dans l'éther.

» *Acétylœnanthylidène* $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO-CH^3$. — On ajoute peu à peu du chlorure d'acétyle (1 mol.), étendu de cinq fois son poids d'éther absolu, la bouillie d'œnanthylidène sodé (1 mol.). L'action est vive; on refroidit modérément et l'on abandonne le mélange à la température ordinaire. Après cinq à six heures, on verse alors le tout dans un excès d'eau, on lave la couche éthérée avec une solution de bicarbonate de soude, on la sèche sur du chlorure de calcium et on la distille. Par rectification, on isole, entre 91° et 95° ($H = 18^{mm}$), un liquide possédant une odeur âcre et répondant, d'après l'analyse élémentaire, à la formule $C^9H^{14}O$. Sa densité à 0° est 0,8819, et son indice de réfraction à 24° est 1,4453; il ne se solidifie pas quand on le refroidit jusqu'à — 23°.

» La constitution chimique de ce corps, étant donné son mode de formation, doit être *a priori* la suivante : $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO-CH^3$. Toutefois, les transpositions moléculaires étant chose fréquente chez les composés acétyléniques, il n'était pas superflu de contrôler cette formule par une réaction probante.

» Nous sommes parvenus à fixer régulièrement une molécule d'eau sur l'acétylœnanthylidène. L'hydratation a été faite au moyen de l'acide sulfurique employé en grand excès; elle est lente et n'exige pas moins de quinze heures à la température du laboratoire pour être complète. La solution sulfurique est versée finalement sur de la glace; on épuise aussitôt à l'éther, on lave la solution éthérée, qu'on sèche ensuite et distille. On recueille, entre 105° et 107° ($H = 22^{mm}$), un liquide incolore, d'odeur faible mais très persistante, se congelant quand on le refroidit à — 23°, pour fondre ensuite par échauffement spontané à — 18° et ayant pour densité 0,9378 à 0°. Ce nouveau composé, auquel l'analyse assigne la formule brute $C^9H^{16}O^2$, est soluble dans la soude caustique, donne un sel de cuivre bleu soluble dans le chloroforme et fournit, en solution alcoolique, une belle coloration rouge avec le chlorure ferrique.

» Ces deux réactions sont spécifiques des dicétones β. La nouvelle dicétone est donc l'acétylcaproylméthane

$$CH^3-(CH^2)^4-CO-CH^2-CO-CH^3.$$

» Le dédoublement par les alcalis, autre réaction caractéristique des

dicétones β, s'effectue également. Nous y reviendrons prochainement, quand nous étudierons l'action des alcalis sur les deux acétones acétyléniques qui font l'objet de cette Note.

» *Benzoylœnanthylidène* $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO-C^6H^5$. — Pour préparer ce corps, on commence l'opération comme dans le cas précédent, et l'on chauffe à la fin le mélange réagissant pendant une heure à reflux. On verse le tout dans un excès d'eau, on décante la couche éthérée, et l'on chasse l'éther par distillation. Le résidu est agité longtemps avec de la soude aqueuse étendue, afin de le débarrasser du chlorure de benzoyle en excès; on sèche le produit et on le rectifie. La majeure partie distille, après deux rectifications, entre 177° et 179° ($H = 19^{mm}$).

» Cette portion, refroidie à $-23°$, se solidifie, pour fondre ensuite vers $-5°$. L'analyse y révèle la présence de 2,5 pour 100 de chlore; le produit est du benzoylœnanthylidène mélangé d'un composé chloré qu'il nous a été impossible d'éliminer. Hydraté par l'acide sulfurique, il donne un liquide distillant à 185°-186° ($H = 18^{mm}$), qui fournit un sel de cuivre bleu soluble dans le chloroforme, et une coloration rouge intense avec le chlorure ferrique. La dicétone β qui s'est formée ainsi ne peut être que le benzoylcaproylméthane $CH^3-(CH^2)^4-CO-CH^2-CO-C^6H^5$.

» *En résumé*, l'action du chlorure d'acétyle et du chlorure de benzoyle sur l'œnanthylidène sodé nous a donné deux acétones à fonction acétylénique : l'acétylœnanthylidène

$$CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO-CH^3$$

et le benzoylœnanthylidène

$$CH^3(CH^2)^4-C\equiv C-CO-C^6H^5.$$

Ces deux composés nouveaux, en fixant une molécule d'eau sous l'influence de l'acide sulfurique, ont fourni deux nouvelles dicétones β, l'acétylcaproylméthane

$$CH^3-(CH^2)^4-CO-CH^2-CO-CH^3,$$

et le benzoylcaproylméthane

$$CH^3-(CH^2)^4-CO-CH^2-CO-C^6H^5.$$

» Dans notre prochaine Communication, nous étudierons l'action des alcalis sur l'acétylœnanthylidène et le benzoylœnanthylidène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des acides (α) amidés en phénylhydantoïnes* [1]. Note de M. A. **Mouneyrat**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les acides (α) amidés se combinent, en solution alcaline, ainsi que l'a montré Paal (*Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*) avec l'isocyanate de phényle, pour donner des phényluréides acides. Avec le glycocolle, par exemple, on obtient le phényluréide acétique

$$\begin{array}{l} CH^2 - COOH \\ | \\ AzH - CO - AzH - C^6H^5. \end{array}$$

» Ce corps n'étant d'ailleurs qu'un acide phénylhydantoïque, on voit donc qu'on peut s'attendre à ce que ce composé, par perte d'une molécule d'eau, se transforme en hydantoïne correspondante.

» C'est en effet ce qui a lieu lorsqu'on fait bouillir pendant quelque temps ces acides phénylhydantoïques avec de l'acide chlorhydrique à 25 pour 100. La phénylhydantoïne préparée à l'aide du glycocolle correspond à la structure suivante :

$$\begin{array}{l} CH^2 - CO \\ | \\ AzH - CO \end{array} \!\!> Az - C^6H^5$$

et se trouve identique à celle préparée par Guareschi (*Beilstein's Handbuch*, t. XI, p. 383) en combinant la glycine avec la phénylurée. J'ai obtenu des corps analogues avec l'alanine, l'acide (α) aminobutyrique, la leucine et la phénylalanine.

» *γ-phénylhydantoïne*. — 2^{gr} de phényluréide acétique, préparé comme l'indique Paal, sont dissous à chaud dans 160^{gr} d'acide chlorhydrique de densité 1,124. Cette solution, évaporée à l'ébullition jusqu'à environ le quart de son volume, laisse déposer par refroidissement de magnifiques aiguilles. Le rendement s'élève à 90-95 pour 100 de la théorie. On purifie ce composé par recristallisation dans cinquante fois son poids d'eau bouillante.

» L'analyse a donné :

$0^{gr},2027$ subst.	$0^{gr},456$ CO^2	$0^{gr},0843$ H^2O	
$0^{gr},2080$ »	$29^{cc},3$ Az ($21°$; 750^{mm})		
Calculé pour $C^9H^8O^2Az^2$......	C : 61,37	H : 4,55	Az : 15,90
Trouvé......................	C : 61,35	H : 4,62	Az : 15,82

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Emil Fischer, à Berlin.

Point de fusion 159°-160° (corrigé) tandis que Guareschi a donné (154°-155°). Cette phénylhydantoïne est très soluble dans l'alcool, l'acétone, le benzène chaud, mais très peu soluble dans l'éther.

» *Phénylméthylhydantoïne* : $\begin{matrix} CH^3 - CH - CO \\ | \\ AzH - CO \end{matrix} \!\!>\! Az - C^6H^5$. — Ce composé, préparé exactement comme le précédent en partant de l'acide (α) phényluréidepropionique, est beaucoup moins soluble dans l'eau. On le purifie par dissolution dans l'alcool et précipitation par l'eau.

» Il donne à l'analyse :

0,2004 subst.	0gr,4636 CO^2 — 0gr,0961 H^2O		
0,1982 »	25cc,7 Az (20°; 756mm)		
Calculé pour $C^{10}H^{10}O^2Az^2$.....	C : 63,15	H : 5,26	Az : 14,73
Trouvé.....................	C : 63,09	H : 5,32	Az : 14,70

Point de fusion 172°-173° (corrigé).

» Kuhn (*Berichte*, t. XVII, p. 2884) a déjà cru avoir obtenu ce corps; mais il n'a pas pu l'isoler.

» *Phényléthylhydantoïne* : $\begin{matrix} C^2H^5 - CH - CO \\ | \\ AzH - CO \end{matrix} \!\!>\! Az - C^6H^5$. — L'acide phénylhydantoïque correspondant, jusqu'ici inconnu, a été préparé d'après le procédé de Bial. A 2gr,24 d'acide (α) aminobutyrique, dissous dans la quantité théorique de lessive de soude, on ajoute, en refroidissant à 0° et en agitant continuellement, 2gr,3 de phénylisocyanate. La solution, décolorée au noir animal, puis filtrée, est précipitée par la quantité théorique d'acide chlorhydrique. On obtient ainsi de belles aiguilles que l'on purifie par recristallisation dans 50 parties d'eau chaude. Les rendements s'élèvent à 95 pour 100 de la théorie.

» L'acide phényléthylhydantoïque est très soluble dans l'alcool, l'acétone; peu soluble dans l'éther et l'eau froide; il fond à 170° en dégageant beaucoup de gaz.

» *Analyse* :

0,2031 subst..............	0gr,4435 CO^2	0gr,1145 H^2O
Calculé pour $C^{11}H^{14}O^3Az^2$..	C : 59,48	H : 6,30
Trouvé	C : 59,55	H : 6,30

» La transformation en hydantoïne s'effectue dans les mêmes conditions et avec les mêmes rendements que dans les cas précédents. Le produit purifié par dissolution dans l'alcool et précipitation par l'eau donne à l'analyse :

0gr,2008 subst.	0gr,4747 CO^2	0gr,1020 H^2O	
0gr,1993 »	24cc,4 Az (21°; 749mm)		
Calculé pour $C^{11}H^{12}O^2Az^2$.....	C : 64,71	H : 5,88	Az : 13,72
Trouvé.....................	C : 64,47	H : 5,65	Az : 13,73

Point de fusion à 126°-127° sans décomposition. Cette hydantoïne est assez difficilement soluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool chaud et l'acétone.

» *Phénylisobutylhydantoïne* : $\begin{matrix}(CH^3)^2 = CH - CH^2 - CH - CO \\ AH - CO\end{matrix} \!\!> Az - C^6H^5$. — L'acide correspondant à cette hydantoïne a été préparé par M. E. Fischer (*Berichte*, t. XIV, p. 2381) par combinaison du phénylisocyanate avec la leucine.

» Cette hydantoïne fond à 131°-132° (corrigé) et donne à l'analyse :

0gr, 2003 subst.	0gr, 4981 CO^2	0gr, 1253 H^2O	
0gr, 2043 »	21,6 Az (20°; 755mm)		
Calculé pour $C^{13}H^{16}O^2Az^2$	C : 67,24	H : 6,89	Az : 12,07
Trouvé	C : 67,43	H : 6,95	Az : 12,01

» *Phénylbenzylhydantoïne* : $\begin{matrix}C^6H^3 - CH^2 - CH - CO \\ AzH - CO\end{matrix} \!\!> Az - C^6H^5$. — L'acide phénylhydantoïque a été préparé par E. Fischer et moi (*Berichte*, t. XIV, p. 2386) à l'aide du phénylisocyanate et de la phénylalanine active. L'acide racémique se prépare dans les mêmes conditions et fond à 182°. Pour effectuer sa transformation en hydantoïne on le fait bouillir pendant une demi-heure avec 400 fois son poids d'acide chlorhydrique à 1,124.

» Par refroidissement on a de belles aiguilles que l'on purifie par recristallisation dans l'alcool et précipitation par l'eau. L'analyse donne :

0gr, 2028 subst.	0gr, 5370 CO^2	0gr, 0985 H^2O	
0gr, 2071 »	19cc, 1 Az (20°; 757mm)		
Calculé pour $C^{16}H^{14}O^2Az^2$	C : 72,18	H : 5,26	Az : 10,45
Trouvé	C : 72,21	H : 5,39	Az : 10,53

» La substance fond à 173°-174° (corrigé), sans décomposition. Elle forme de belles aiguilles très peu solubles dans l'eau, très solubles au contraire dans l'alcool chaud et l'acétone. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la régénération de l'air confiné au moyen du bioxyde de sodium*. Note de M. **George-F. Jaubert**, présentée par M. H. Moissan. (Extrait.)

« MM. Desgrez et Balthazard ont proposé récemment l'emploi du bioxyde de sodium pour la régénération de l'air vicié par la respiration. Je crois utile de présenter à l'Académie une partie des travaux que je poursuis dans cette voie depuis trois ans, n'ayant publié jusqu'ici qu'une Note à l'Académie de médecine, Note destinée à prendre date (séance du 24 janvier 1899).

» J'aiouterai que ces essais poursuivis sans relâche depuis trois ans, en

partie sous les auspices du Ministère de la Marine, sont terminés à l'heure actuelle.

» La première difficulté à résoudre était la préparation à bas prix du bioxyde de sodium fourni jusqu'ici par l'Allemagne. Nous sommes arrivés actuellement à fabriquer industriellement, en France, les peroxydes des métaux alcalins et alcalino-terreux.

» J'ajouterai enfin que je suis arrivé à remplacer le bioxyde de sodium, qui présente certains inconvénients dans son application à la navigation sous-marine, par de nouveaux produits, beaucoup plus riches en oxygène, qui permettent de préparer ce gaz à l'état chimiquement pur et à un prix de revient égal ou même inférieur au prix de revient de l'oxygène comprimé du commerce (procédé Brin). Nous aurons l'honneur de présenter à l'Académie la préparation et les propriétés de ces nouveaux composés. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les échanges gazeux entre les plantes entières et l'atmosphère.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« J'ai étudié précédemment (*Comptes rendus,* 1892 et 1893) les échanges gazeux qui s'accomplissent entre l'atmosphère et des plantes *entières,* considérées pendant une période *étendue* de leur existence. Dans ces études, les plantes avaient toujours été alimentées, sous le rapport de l'azote, avec des nitrates. C'est là un mode d'alimentation très commun dans les champs cultivés. Mais dans bien des sols (sols de forêts, de landes, de prairies, etc.) la nitrification n'a pas lieu ou n'a lieu que fort incomplètement; les nitrates sont, par suite, absents ou rares. Les échanges gazeux des plantes avec l'atmosphère en sont-ils modifiés?

» J'ai voulu contribuer à résoudre cette question en examinant le cas où l'on n'offre aux plantes, comme source d'azote, qu'un sel ammoniacal. L'utilisation directe de l'ammoniaque, sans transformation préalable en nitrates, est possible, d'après les expériences connues de M. A. Müntz et les vérifications récentes et précises de M. Mazé. Il s'agissait de la réaliser dans des conditions assez spéciales.

» La méthode que j'ai mise en œuvre a été décrite antérieurement; elle se résume ainsi : culture en appareil clos, entretien d'une atmosphère interne de composition convenable pour les plantes, détermination des variations survenues dans cette atmosphère au cours de la végétation, par des mesures et des analyses aussi rigoureuses que possible.

» La nouveauté et l'une des difficultés principales ont consisté, cette fois, en ce qu'il a fallu, pour empêcher la nitrification de l'ammoniaque, opérer avec des sols et des gaz stérilisés, les graines étant d'ailleurs aseptisées avant leur entrée dans les appareils. Pour être plus exact, on doit dire qu'il y avait à écarter ou détruire, non pas tous les microbes et leurs germes, mais particulièrement ceux de la nitrification; or, ces derniers sont tués à 100° et n'abondent pas dans l'air; de là une certaine simplification. Ainsi les appareils ont pu être suffisamment stérilisés par un séjour d'une heure dans la vapeur d'eau à 100°; en d'autres cas, on aurait dû les faire passer par l'autoclave, ce qui eût été bien compliqué à réaliser avec des allonges mesurant $1^{m},30$ de hauteur. Quant aux gaz, on les a introduits dans les appareils après les avoir fait circuler dans divers conduits longs, étroits, à paroi humide, et finalement en les filtrant sur un fort tampon d'ouate stérilisée, d'environ trois quarts de litre. Enfin, on a aseptisé les graines en les baignant 10 ou 15 minutes, suivant les cas, dans de l'alcool absolu, puis 15 minutes dans de l'eau stérile.

» En même temps que ces plantes alimentées en azote par de l'ammoniaque, j'en ai fait venir comparativement de semblables, avec de semblables dispositions, en sols pourvus d'une même dose d'azote offert à l'état nitrique (azotate de potassium).

» Les conditions et les résultats des expériences sont indiqués ci-après.

» Dans chaque culture :

» $3^{kg},5$ de sable quartzeux, bien exempt de nitrates;

» 700^{cc} d'une solution nutritive complète, contenant $118^{mgr},8$ d'azote, avec cette seule différence entre les diverses expériences que, pour les unes, l'azote est donné à l'état d'azotate de potassium et, pour les autres, à l'état de sulfate d'ammoniaque.

	Sarrasin gris argenté.		Capucines naines.	
	I.	II.	III.	IV.
Aliment azoté	Az nitrique.	Az ammoniacal.	Az nitrique.	Az ammoniacal.
Graines semées	3 graines = 70^{mgr}	3 graines = 70^{mgr}	2 graines = 213^{mgr}	2 graines = 197^{mgr}
Durée de l'expérience	26 juin — 20 août	25 juin — 21 août	26 juin — 11 août	25 juin — 10 août
Récoltes. Hauteur des plantes au-dessus du sol	1 pied = 97^{cm}	1 pied = 80^{cm}	16^{cm} et 25^{cm}	20^{cm} et 25^{cm}
Récoltes. Signalement des plantes	Plante bien verte, commence à fleurir	Plante bien verte, à peu près en fleurs	Plantes un peu pâles	Plantes un peu pâles
Récoltes. Poids des parties aériennes séchées à 100°.	$1^{gr},803$	$1^{gr},053$	$1^{gr},274$	$1^{gr},833$
Récoltes. Taux pour 100 d'azote de ces parties	$3^{gr},44$	$3^{gr},18$	$3^{gr},23$	$3^{gr},78$

Aliment azoté			Sarrasin gris argenté. I. Az nitrique.	Sarrasin gris argenté. II. Az ammoniacal.	Capucines naines. III. Az nitrique.	Capucines naines. IV Az ammoniacal.
Gaz.	Az invariable		4593^{cc}	3703^{cc}	6418^{cc}	5136^{cc}
	O	introduit	1221,1	984,5	1706,5	1365,5
		extrait	2862,6	2028,6	2873,1	3138,2
		apparu	1641,5	1044,1	1166,6	1772,7
	CO^2	introduit	1520,3	1260,7	1092,0	1719,2
		extrait	28,7	245,4	41,6	23,7
		disparu	1491,6	1015,3	1050,4	1695,5
	$\frac{CO^2 \text{ disparu}}{O \text{ apparu}}$		$\frac{1491,6}{1641,5} = 0,909$	$\frac{1015,3}{1044,1} = 0,972$	$\frac{1050,4}{1166,6} = 0,900$	$\frac{1695,5}{1772,7} = 0,956$

» Il convenait de vérifier que les précautions prises pour empêcher la nitrification en II et IV avaient eu leur effet. Dans cette vue, j'ai, en fin d'expérience, lavé le sol de IV à l'eau distillée et recherché dans le liquide l'acide azotique; je n'en ai point trouvé. Pour l'expérience II, la vérification a été plus rigoureuse. Voulant échapper à cette objection que l'acide azotique formé pouvait avoir entièrement disparu par absorption dans les plantes, j'ai, comme l'avait déjà fait M. Mazé dans des recherches ayant un autre but que les miennes, abandonné le sol à lui-même, après en avoir enlevé les plantes sans y introduire de germes; au bout de six semaines, j'ai cherché l'acide azotique dans ce sol en analysant son eau de lavage; il n'en contenait pas, mais il renfermait, à l'état d'ammoniaque, tout l'azote non assimilé par les plantes. Le milieu était nitrifiable et n'avait pas nitrifié; les ferments de la nitrification avaient donc bien été réellement absents durant la végétation.

» Cela posé, on peut tirer des résultats obtenus les conclusions qu'ils comportent.

» On constate d'abord (ce qu'on savait déjà) que les plantes sont capables de s'accommoder de l'azote ammoniacal à peu près comme de l'azote nitrique. Le développement des sarrasins s'est trouvé sensiblement meilleur avec l'azote nitrique; la différence a été en sens inverse pour les capucines. Les teneurs en azote sont du même ordre pour les diverses plantes.

» Comme dans tous mes essais précédents, les plantes *entières* ont dégagé, en volume, plus d'oxygène qu'elles n'ont décomposé d'acide carbonique. Ce fait apparaît de plus en plus comme général. J'ai déjà eu occasion de faire remarquer qu'il devait être une condition nécessaire, je ne dis pas suffisante, au maintien d'une composition fixe de notre atmosphère; car la destruction des matières végétales, opération inverse de la

synthèse des plantes, consomme plus d'oxygène qu'elle ne dégage d'acide carbonique.

» L'excès d'oxygène dégagé sur l'acide carbonique absorbé tient, en particulier, à la réduction des sels minéraux tirés du sol. Quand l'ammoniaque remplace comme aliment azoté l'acide azotique, on doit s'attendre à voir diminuer cet excès; on constate ici le fait expérimentalement; il est même arrivé que l'excès d'oxygène a été très faible.

» Ce qui précède met en évidence que les échanges gazeux qui accompagnent la formation de la matière végétale sont en relation avec la composition minérale des dissolutions au contact desquelles vivent les racines. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Cas de transformation rapide de bois en une substance semblable à un combustible fossile* (1). Note de M. G. Arth.

« Il s'agit d'un morceau de bois de gayac parfaitement sain, qui avait été placé au fond d'une gaine en bronze pour servir de pivot à une turbine du système Jonval, d'une force de 12 chevaux et tournant à 112 tours par minute. L'ensemble du système mobile pèse environ 400^{kg}; l'extrémité de l'axe qui repose sur le morceau de gayac est en acier. Sans être immergé réellement dans l'eau, le pivot est toujours humide, étant placé au-dessous des orifices par lesquels l'eau s'écoule.

» Après *six mois* de marche, l'appareil fut démonté. Le bois de gayac fut trouvé parfaitement intact dans le bas, mais la partie supérieure, sur laquelle reposait l'arbre de la turbine, était transformée en une substance noire, fendillée, se brisant facilement en petits morceaux; les cassures brillantes et irrégulières présentant tout à fait l'apparence de certains combustibles minéraux.

» L'analyse de cette matière noire, séchée à l'air, a donné les résultats suivants :

Humidité........	2,74 pour 100	
Coke............	56,88 »	(en poudre)

» Après dessiccation dans le vide, on a trouvé

Cendres........................	3,90 pour 100
Hydrogène....................	4,86 »
Carbone.......................	69,76 »

Pouvoir calorifique de la substance sèche complète.... $7^{cal},106$

(1) Institut chimique de l'Université de Nancy.

» En rapportant ces données à la matière organique pure, on a

Hydrogène..................	5,05 pour 100
Carbone.....................	72,59 »
Azote + oxygène............	22,36 pour 100
Pouvoir calorifique..........	7^{c},394 »

$$\text{Le rapport } \frac{O + Az}{H} = \frac{22,36}{5,05} = 4,42.$$

» Or, dans les lignites, ce rapport est habituellement voisin de 5; dans les houilles sèches, il varie de 4 à 3, alors que dans les bois complets, il a pour valeur 7 environ.

» La chaleur de combustion des houilles sèches est d'environ 8000^{cal}.

» Par sa composition, de même que par ses propriétés, notre produit noir se placerait donc entre les lignites proprement dits et les houilles les plus récentes riches en oxygène, dont il se rapproche déjà par son pouvoir calorifique.

» Il est intéressant de remarquer le court espace de temps nécessité par cette transformation, évidemment effectuée sous l'influence de la pression et d'une élévation modérée de température (provoquée par le frottement) en présence de l'humidité, c'est-à-dire sous l'action des agents qu'on a l'habitude de faire intervenir pour expliquer la transformation progressive des matières ligneuses en lignite et en houille. Et il résulte de cette constatation, que dans des circonstances bien favorables, le temps nécessaire pour réaliser ces modifications est beaucoup moindre qu'on ne l'admet généralement, et peut très bien ne pas atteindre la durée des longues périodes géologiques dont il est généralement question. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche de la cystine dans les eaux contaminées* (¹). Note de M. **M. Molinié**, présentée par M. Duclaux.

« Dans deux Communications faites à l'Académie des Sciences (26 février et 19 mars 1900), M. Causse a annoncé qu'il avait trouvé du cystinate de fer dans l'eau de puits contaminés (quartiers de la Guillotière et des Brotteaux, à Lyon), eau ayant manifestement provoqué la fièvre typhoïde.

(¹) Travail exécuté au laboratoire de Chimie de l'observatoire municipal de Montsouris.

» M. Causse déclare avoir obtenu, par l'examen microscopique, des plaques en hexagones réguliers de cystine, et il ajoute qu'il a trouvé un réactif spécifique de la cystine : le chloromercurate de p.-diazobenzène-sulfonate de sodium donnant avec cette substance une coloration jaune orangé persistante en présence d'acide sulfureux. A l'aide de ce réactif M. Causse a pu doser la cystine et suivre ses variations dans les eaux.

» Nous avons repris ces expériences, qui intéressent à un très haut degré le travail de surveillance des eaux d'alimentation dont est chargé l'observatoire de Montsouris.

» Nous avons préparé le réactif de M. Causse d'après les indications par lui données, et comme nous obtenions des résultats différents de ceux annoncés, nous avons eu recours à l'obligeance de M. Causse, qui nous a adressé quelques grammes du sel sodique, base de son réactif.

» Les deux réactifs, celui que nous avions préparé et celui fourni par M. Causse, nous ont donné les mêmes résultats.

» Nous avons reconnu que toutes les eaux, *même l'eau distillée*, soumises à l'action du réactif Causse, donnent une coloration orangée non éteinte par l'acide sulfureux, *quand ces eaux ont une réaction acide*.

» Dans un milieu neutre, nous n'avons jamais eu de coloration, bien que nous ayons opéré sur des eaux très diverses.

» En suivant la marche analytique tracée par l'auteur, l'eau doit être additionnée, pour 100^{cc}, de 15 gouttes d'acide chlorhydrique normal (cette quantité vague de 15 gouttes correspondant, selon les burettes en usage, à $0^{cc},6$-$0^{cc},7$, neutralise une proportion de 15^{mgr} à 20^{mgr} de chaux à l'état carbonaté); les eaux de nos régions (rivières, sources), puits et drains exceptés, titrant une quantité moindre de chaux carbonatée, constituent toujours un milieu acide, et, par conséquent, donnent toujours une coloration; cette acidité est plus ou moins grande suivant la teneur en carbonate de chaux, d'où l'intensité variable de la coloration obtenue.

» Cette action de l'acidité amenant une perturbation dans l'action du réactif, celui-ci ne nous semble pas caractéristique de la présence de la cystine. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Sporozoaire des larves de Diptères.* Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Giard.

« Au cours de recherches zoologiques effectuées dans les lacs élevés des Alpes, j'ai découvert, dans l'intestin des larves de *Ceratopogon* sp. du lac Luitel, un Sporozoaire qui, tout en présentant les caractères généraux des Grégarines, montre en même temps une reproduction schizogonique à l'intérieur de l'hôte. Pour cette raison, je l'appellerai *Schizocystis gregarinoïdes*.

» A l'état végétatif, le parasite se présente sous deux formes distinctes que l'on pourrait prendre tout d'abord pour deux espèces différentes. Les unes, peu nombreuses, sont de grande taille, cylindriques, très allongées, avec une portion antérieure hyaline, mais sans trace de septum. Elles montrent un protoplasma jaunâtre avec quelques grains réfringents et de nombreux petits corps en bâtonnets. Il n'y a pas d'ectoplasme distinct, et la cuticule mince offre des stries longitudinales espacées. Ces parasites peuvent dépasser une longueur de 150^{μ}. Ils sont fixés, comme par une ventouse, dans les dépressions de la paroi intestinale et ne montrent pas autrement d'appareil de fixation différencié. Ils présentent des mouvements de translation totale et de flexion localisée et ressemblent tout à fait à des *Monocystis;* mais, si l'on fait des préparations colorées, on voit que chaque individu possède un grand nombre de noyaux augmentant avec la taille; jusqu'à 60 environ. J'ai observé les différents stades qui conduisent à ces formes énormes plurinucléées. Le nombre des noyaux croît avec la taille de l'animal, et l'on peut voir ces mêmes parasites, au début de leur évolution, sous forme de sporozoïtes hyalins uninucléés, agiles, avec un prolongement digitiforme antérieur très mobile au moyen duquel ils vont sans doute, comme les *Pyxinia,* se fixer à l'épithélium.

» A côté de ces formes allongées, multinucléées, se voit la seconde forme du parasite. Elle est représentée par des individus beaucoup plus petits, parfois en quantité prodigieuse, et caractérisés par leur forme en massue droite ou incurvée, arrondie à l'extrémité antérieure dépourvue de granulations, terminée en pointe à l'autre extrémité. Leur longueur est de 20^{μ} à 25^{μ}. Ils ont une paroi mince, lisse, et leurs mouvements sont très restreints. Ils ne montrent jamais qu'un seul noyau.

» L'hypothèse qui se présente naturellement à l'esprit est que ces petites formes mononucléées en massue proviennent des gros individus vermiformes plurinucléés qui seraient ainsi des Schizontes. J'ai eu la chance de la vérifier sur le vivant. Ces parasites vivent très bien plusieurs heures dans la solution physiologique légèrement albuminée. Observant quelques individus plurinucléés dans ce liquide depuis quelques heures, je vis l'un des plus gros, chez lequel les noyaux faisaient déjà saillie à la surface comme de petites éminences claires, se segmenter en autant de petits parasites mononucléés en massue qu'il renfermait de noyaux.

» Cette schizogonie débute par l'extrémité postérieure et gagne progressivement la partie antérieure, s'effectuant en quatre ou cinq heures environ. Les jeunes individus ou mérozoïtes issus de cette division restent quelque temps reliés par leur extrémité aiguë, la partie antérieure renflée en massue contenant le noyau, puis se détachent bientôt en rampant lentement.

» Ce mode de multiplication rappelle celui observé par Caullery et Mesnil chez *Siedleckia*, mais il s'effectue beaucoup plus lentement.

» La destinée des mérozoïtes claviformes est facile à suivre chez les larves infestées depuis un certain temps. Ils grossissent quelque peu sans modifier leur forme, puis s'accolent deux à deux par leur extrémité antérieure renflée et se renferment dans un même kyste sphérique à paroi très mince. Alors commence la sporogonie qui s'effectue comme chez les Grégarines, suivant le mode décrit par Siedlecki chez *Monocystis ascidiæ* Ray-Lank. Dans chaque individu accolé se forment, aux dépens de la chromatine issue du noyau primitif dont le karyosome se dissout, un certain nombre de sporoblastes qui se conjuguent deux à deux pour donner un nombre moitié moindre de sporocystes. Les sporocystes sont biconiques et renferment à leur maturité huit sporozoïtes, autant qu'il m'a été possible de l'apprécier, car ils sont très difficiles à compter. Leur maturation s'effectue alors que le kyste est encore dans l'intestin de l'hôte, de sorte que la rupture du kyste mûr peut occasionner sur place de nouvelles infections.

» Voici, en résumé, l'évolution du *Schizocystis :* Le sporozoïte sorti du sporocyste se fixe à l'épithélium intestinal, grossit en multipliant ses noyaux et devient un gros Schizonte vermiforme multinucléé. Celui-ci, par schizogonie, donne autant de mérozoïtes claviformes mononucléés qu'il possédait de noyaux. Ces mérozoïtes, après avoir quelque peu grossi, s'accolent deux à deux pour former un kyste, point de départ de la sporo-

gonie. Celle-ci s'effectue comme chez les Grégarines et aboutit à la formation de sporocystes nombreux, octozoïques.

» L'analogie de cette évolution avec celle des *Ophryocystis* est frappante. Chez ces derniers, en effet, il y a également une schizogonie s'effectuant d'une façon analogue, les Schizontes seuls différant par leur forme à cause de leur habitat différent, et une sporogonie comparable avec cette seule différence qu'elle aboutit à un seul sporocyste chez *Ophryocystis* et à *n* sporocystes chez *Schizocystis*.

» Une communauté de caractères aussi importants ne permet pas de classer ces deux êtres dans deux groupes différents et de conserver le nom d'Amœbosporidies; car les *Ophryocystis* ne sont pas amiboïdes et leur corps, comme celui des *Schizocystis*, présente une orientation aussi nettement définie que celui des Grégarines ([1]).

» D'autre part, deux caractères essentiels rapprochent ces deux Sporozoaires des Grégarines et les éloignent des Coccidies : siège extra-cellulaire au moins pendant la plus grande partie de la vie, sinon toujours; sporogonie résultant d'une conjugaison isogamique des sporoblastes, tandis que chez les Coccidies on a : siège intra-cellulaire pendant toute la période d'accroissement et conjugaison hétérogamique.

» Pour ces raisons je propose de faire rentrer dans le groupe général *Grégarines*, caractérisé comme il a été dit plus haut, les deux genres *Ophryocystis* et *Schizocystis*, en créant pour eux un sous-groupe des *Schizogrégarines* ([2]) (grégarines présentant une schizogonie) opposé aux *Eugrégarines* qui comprendront les Grégarines que l'on connaissait jusqu'ici, et qui sont dépourvues de phase de multiplication endogène. »

([1]) Léger et Hagenmuller, *Sur la morphologie et l'évolution de l'*Ophryocystis Schneideri (*Arch. Zool. exp.*, t. VII, 1900; *Notes et Revue*, n° 3).

([2]) C'est aussi dans ce sous-groupe que doit rentrer le *Gonospora longissima* de Caullery et Mesnil, s'il est démontré que la schizogonie intra-cellulaire signalée par ces auteurs dans cette espèce n'appartient pas à une Coccidie, et peut-être aussi le curieux *Siedleckia nematoïdes* des mêmes auteurs, dont on ne connaît pas encore la sporogonie.

PHYSIOLOGIE. — *Précocité et périodicité sexuelles chez l'homme.* Note de M. **Gustave Loisel**, présentée par M. Giard.

« Bien que la précocité sexuelle de l'homme frappe généralement moins vivement l'esprit de l'observateur que les menstruations prématurées chez la femme, les annales de la Science en renferment cependant un certain nombre de cas (¹).

» Il n'en est pas de même de la périodicité sexuelle dont nous ne connaissons que deux cas signalés cette année même par Perry-Coste (²) et Féré (³).

» Tous ces faits ont été simplement enregistrés sans qu'on ait pu, jusqu'ici, leur trouver une explication rationnelle. C'est cette explication que nous allons essayer de donner en nous basant sur les recherches de spermatogenèse que nous avons entreprises depuis quelques années (⁴).

» Avant 1887, on décrivait quatre périodes dans l'évolution de la spermatogenèse chez l'homme et les vertébrés supérieurs :

» 1° Formation de l'épithélium germinatif aux dépens de l'endothélium qui tapisse la cavité générale, chez l'embryon ;

» 2° Apparition, dans cet épithélium, de gros éléments cellulaires, les *ovules mâles*.

» 3° Longue période de repos qui comprenait l'âge fœtal, la naissance, l'enfance jusqu'à la puberté. Pendant cette période, une des deux formes cellulaires (cellule épithéliale pour les uns, ovule mâle pour les autres) disparaissait, de sorte que la fin était marquée par une phase d'*unification cellulaire*.

» 4° Spermatogenèse proprement dite, c'est-à-dire formation continue d'un épithélium séminifère dont les derniers éléments formés sont les spermatozoïdes.

» En 1887, M. Prenant montra que la dernière période était précédée d'une courte phase dite, par lui, de *préspermatogenèse*. Pendant cette phase,

---

(¹) Voir la *Bibliographie* dans Ch. Féré, *L'instinct sexuel*, p. 8. Paris; 1899.

(²) F.-H. Perry-Coste, *Sexual periodicity in men* (*Studies in the psychology of sex*, by Havelock Ellis, t. II, p. 251; 1900).

(³) Ch. Féré, *Périodicité sexuelle chez un paralytique général* (*Soc. de Biologie*, p. 811; 6 octobre 1900).

(⁴) G. Loisel, *Le fonctionnement des testicules chez les oiseaux* (*Société de Biologie*, Paris, 28 avril 1900). *Études sur la spermatogenèse chez le moineau* (en cours de publication dans le *Journal d'Anat. et Physiologie*, 1900, p. 160).

l'épithélium séminifère se constituait, mais, au lieu de donner des spermatozoïdes viables, il formait des éléments qui dégénéraient et disparaissaient par résorption.

» Or l'étude du testicule de plusieurs oiseaux, en particulier du moineau, nous a montré que la longue période de repos n'existait pas à l'état continu, telle qu'on la comprenait jusqu'ici.

» En réalité, depuis le moment où s'est constitué l'épithélium germinatif, nous avons observé, dans cet épithélium et dans l'épithélium séminifère qui en dérive, une succession de poussées cinétiques, de crises sexuelles avortées qui, toutes, se terminent normalement par des dégénérescences avant la puberté.

» La formation des ovules mâles est la première de ces crises, la préspermatogenèse de Prenant est la dernière. Pour ne pas créer de nom nouveau, on peut donc étendre cette dernière expression de *préspermatogenèse* à toute la période comprise entre ces deux extrêmes.

» Les recherches que nous avons faites nous ont montré que chaque crise préspermatogénétique se composait chez le moineau :

» 1° D'une phase de multiplication cellulaire pendant laquelle certains éléments du canalicule séminifère se transforment en un type cellulaire plus avancé en évolution;

» 2° D'une phase de régression pendant laquelle tout ou partie des nouveaux éléments formés dégénèrent et sont résorbés. Généralement une partie des nouveaux éléments reste sous forme d'éléments viables; de la sorte, chaque crise est, dans son ensemble, un pas de plus vers la spermatogenèse.

» Cependant la régression des nouveaux éléments formés peut être totale; dans ce cas le canalicule séminifère ne présente plus que le seul épithélium germinatif; c'est ce qu'on a décrit sous le nom d'*unification cellulaire*.

» Cette deuxième phase peut être considérée comme une phase de repos du testicule. Au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'état adulte la durée de ce repos diminue, les crises spermatogénétiques se succèdent, finissent par empiéter les unes sur les autres et ainsi s'établit la spermatogenèse proprement dite.

» La connaissance de ces faits nous montre donc que la périodicité est l'état physiologique normal du testicule fœtal et du testicule du jeune oiseau.

» Si l'évolution du testicule des mammifères est la même que celle des oiseaux (ce qui est bien probable), nous trouvons alors l'explication des cas de périodicité et de précocité sexuelle de l'homme.

» Supposons, en effet, que l'une de ces crises spermatogénétiques aille plus loin qu'elle ne doit aller normalement; nous aurons un cas de précocité sexuelle, cas qui rentre dans le phénomène d'ordre plus général décrit par Giard, sous le nom de *progenèse*.

» Au contraire, si la spermatogenèse permanente n'arrive pas à s'établir, si l'état fœtal du canalicule séminifère persiste après la puberté, nous aurons alors un cas de périodicité sexuelle; ce sera donc, tout simplement, un arrêt dans le développement de la fonction spermatogénétique chez l'homme.

» Nous ne donnons là évidemment, de ces faits, qu'une explication approchée, car il reste toujours à déterminer sous quelles influences ils peuvent se manifester.

» Mais, en ce qui concerne la périodicité sexuelle, nous pensons que ce phénomène est un fait général pour le mâle comme pour la femelle. Et si elle ne paraît pas exister chez l'homme comme chez la plupart des autres mammifères, cela doit tenir aux conditions spéciales dans lesquelles il vit.

» Dans tous les cas, il serait très utile que les médecins veuillent bien poursuivre cette recherche de la périodicité sexuelle chez l'homme, en ayant soin d'étudier l'état des testicules et la constitution du sperme aux différentes périodes. »

M. P. Garnault adresse une Note ayant pour titre : « L'Acoustique, la phonation, l'otologie et l'otiâtrie des anciens Égyptiens dans leurs rapports avec la théorie du *pneuma* ».

M. J. Meunier adresse une Note intitulée : « Sur les mélanges explosifs d'air et de vapeurs d'hydrocarbures. Détermination de la composition des mélanges ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 octobre 1900.

Théorie et tracé des freins hydrauliques, par M. E. Vallier, Correspondant de l'Institut. Paris, Vve Ch. Dunod, 1900; 1 fasc. in-4°.

Ministère des Travaux publics. Album de Statistique graphique de 1897-1899. Paris, Imprimerie Nationale, 1900; 1 vol. in-4°.

Carl Friedrich Gauss Werke, Bd VIII, herausgeg. v. der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Leipzig, G. Teubner, 1900; 1 vol. pet. in-4°. (Ueberreicht von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.)

L'iode réactif de l'albumine, par M. Monier. (Extr. des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, t. XXIV, fasc. 1, octobre 1899.) 1 fasc. in-8°.

La fermentation alcoolique, par M. Marcel Monier. Bruxelles, 1900; 1 fasc. in-8°.

The pseudobrachial circulation in Amia calva, by Edward Phelps Allis. Iena, G. Fischer, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

The lateral sensory canals of Polypterus bichir, by Edward Phelps Allis. Iena, 1900; 1 fasc. in-8°.

The premaxillary and maxillary bones, and the maxillary and mandibular breathing valves of Polypterus bichir, by Edward Phelps Allis. Iena, 1900; 1 fasc. in-8°.

O acido salicylico nos vinhos e uma causa d'erro na sua investigaçao, Dr. A.-J. Ferreira da Silva. Porto, 1900; 2 fasc. in-8°.

Astronomical observations and researches made at Dunsink, the observatory of Trinity College, Dublin; ninth part. Dublin, 1900; 1 fasc. in-4°.

Pubblicazioni del reale Osservatorio di Brera in Milano, n° XXXIX. Milano, 1900; 1 fasc. in-4°.

Revue des questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles, 2e série, t. XVIII, 20 octobre 1900. Louvain, 1 vol. in-8°.

Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main, 1900. Frankfurt a. M.; 1 vol. in-8°.

Publications de l'Observatoire astronomique et physique de Tachkent, nos 1

et 2. Tachkent, 1899-1900; 2 fasc. pet. in-4°. et 1 Atlas pet. in-4° oblong.

Anuario estadistico de la Republica Mexicana 1898. Mexico, 1899; 1 vol. gr. in-8°.

Catalogo generale della libreria italiana dall'anno 1847 *a tutto il* 1899, pp. 1-80. Associazone tipografico-libraria italiana, Milano, s. d.; 1 fasc. gr. in-8°.

Annual illustrated Catalogue of porcelain and glass insulators... manufactured by FRED M. LOCKE, n° 5. New York, U. S. A.; 1 fasc. in-12.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de la lumière.* Note de M. **Perrotin**, présentée par M. A. Cornu.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résumé succinct des opérations exécutées dans ces derniers temps à l'observatoire de Nice, en vue d'une nouvelle détermination de la vitesse de la lumière.

» La méthode dont on a fait usage est celle de la roue dentée de Fizeau, perfectionnée et mise en œuvre sous sa forme définitive par M. Cornu, dans les expériences classiques de 1874, entre l'Observatoire de Paris et la tour de Montlhéry (¹).

(¹) *Annales de l'Observatoire de Paris* (*Mémoires*, t. XIII).

» J'ajoute immédiatement que nous avons eu la bonne fortune d'entreprendre et de poursuivre ce travail sous la haute direction du savant Physicien qui, dès le début, n'a pas hésité à venir installer lui-même sur le Mont-Gros les appareils dont il s'était servi lors des expériences que je viens de rappeler et qu'il n'a cessé de nous prodiguer ses plus précieux conseils.

» C'est sur ses avis que nous avons résolu d'opérer à des distances progressivement croissantes afin de nous familiariser avec des difficultés de toute nature qui augmentent notablement plus vite que la distance.

» C'est le premier terme de cette série d'opérations effectuées entre deux stations situées à 12^{km} seulement dont nous donnons ici le résultat.

» Dès le premier moment, d'ailleurs, nous avons rencontré de divers côtés les facilités les plus grandes : M. Lœwy, avec sa bonne grâce et sa bienveillance ordinaires, a bien voulu nous confier des instruments qui sont la propriété de l'Observatoire de Paris, et le général Bassot s'est empressé de nous fournir les éléments géodésiques indispensables à la connaissance exacte de la distance des deux stations adoptées. Enfin, M. Bischoffsheim n'a pas eu de peine à obtenir de M. le Ministre de la Marine un cercle azimutal de Brunner qui devait permettre de rattacher les extrémités de la base choisie, à la triangulation de la Carte de France et cela nous a donné l'occasion d'avoir une fois de plus recours aux bons offices de M. Hatt.

» Dans les mesures actuelles, la lunette d'émission de six pouces d'ouverture, avec la roue dentée et le chronographe enregistreur, étaient établis dans l'angle sud-ouest du grand équatorial de Nice, tandis que le collimateur à miroir argenté, de trois pouces, était installé dans le village de la Gaude ([1]), sur la rive droite du Var, à un peu moins de 12^{km}. La source lumineuse était le filament d'une lampe électrique de 16 bougies, 102 volts.

» Disons tout de suite que la distance a été déterminée avec un soin tout particulier par un astronome de notre observatoire, M. Simonin, au moyen de deux triangulations indépendantes qui l'ont conduit, l'une au nombre $11\,862^{m},27$, l'autre au nombre $11\,862^{m},17$.

» Cette concordance témoigne à la fois de la précision des coordonnées fournies par le Service géographique de l'Armée et de l'habileté de celui qui les a si heureusement utilisées.

([1]) Dans la propriété de M. Ambayrac, professeur de Physique au Lycée de Nice, qui avait bien voulu se charger de la surveillance de cet instrument.

» Nous avons adopté la moyenne

$$11862^{m},22\ (^{1}).$$

» C'est avec ce nombre que les observations du Tableau suivant, faites par deux observateurs, ont été réduites. Ces observations, effectuées avec la roue légère de 150 dents, sont, pour chaque ordre, la moyenne $\frac{1}{2}(V + v)$ qui, d'après la notation du Mémoire de M. Cornu, représente la moyenne des valeurs obtenues en vitesse croissante (V) et en vitesse décroissante (v).

	Observateur : M. Prim.			Observateur : M. Perrotin.		
Ordres.	Vitesse dans le vide en milliers de kilomètres.	Erreur moyenne.	Nombre d'observations.	Vitesse dans le vide en milliers de kilomètres.	Erreur moyenne.	Nombre d'observations.
IV...	298,24	±0,82	38	»	»	»
V....	297,88	0,90	27	300,13	±0,73	19
VI...	300,56	0,57	93	»	»	»
VII...	299,90	0,27	220	300,02	0,30	94
VIII..	299,91	0,21	259	300,09	0,16	307
IX...	299,88	0,25	154	299,79	0,23	198
X....	299,93	0,50	19	299,35	0,35	52
			810			670
	299,87	±0,12		299,93	±0,11	
			299,90	±0,08		

» La valeur ci-dessus qui résulte de près de 1500 mesures n'a pas exigé moins d'une année de travail, et ce fait serait de nature à surprendre, si je n'ajoutais que, dès l'origine, nous nous sommes imposé comme règle de n'observer que par des images absolument calmes. Les observations ont été faites à loisir, sans précipitation, avec une installation permanente et sûre pouvant fonctionner à toute heure et sans limite de temps pour la durée des opérations.

» Ce sont ces circonstances favorables, bien faites pour atténuer, sinon pour éliminer, les erreurs systématiques, celles d'ordre physiologique surtout, qui nous ont décidés à publier dès à présent les conclusions de cette première étude qui n'est que le prélude d'autres plus importantes, destinées à les contrôler; elles sont, en somme, provisoires.

» Nous discuterons, le moment venu, dans un Mémoire des *Annales de*

(1) Sous la réserve de l'identification des signaux.

l'observatoire de Nice, les résultats de ce travail. Nous ferons seulement remarquer que le nombre 299 900 auquel nous sommes parvenus ne diffère pas essentiellement des nombres obtenus jusqu'à ce jour, mais qu'il est plus voisin de celui auquel a été conduit dans ces dernières années M. Michelson, par la méthode du miroir tournant de Foucault. Il s'éloigne davantage de celui de M. Cornu, tout en restant à bien peu de chose près dans les limites que tolèrent les erreurs moyennes des mesures.

» Je terminerai en disant, ce qui certes ne surprendra personne, que ces opérations, assez coûteuses, ont trouvé auprès de M. Bischoffsheim l'appui qu'on est toujours certain de rencontrer chez lui quand il y a un intérêt scientifique en jeu ou qu'il s'agit simplement de recherches de nature à mettre en relief l'observatoire qu'il a fondé sous le beau ciel de Nice. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les derniers résultats obtenus dans l'étude de la partie infra-rouge du spectre solaire.* Note de M. **S.-P. Langley** (¹).

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie plusieurs Notes, dont la dernière a paru dans les *Comptes rendus* à la date du 25 juillet 1894. Dans celle-ci, je faisais remarquer que nos connaissances relatives à la région du spectre infra-rouge située au delà de $\lambda = 1\mu$ étaient fort imparfaites. Je présentais en même temps à l'Académie, à titre provisoire, un diagramme du spectre, où figuraient environ 100 lignes spectrales nouvellement observées, la plupart situées au delà de $\lambda = 1\mu$ et signalées pour la première fois.

» A ce moment, je ne désirais que donner un aperçu succinct de ce qui avait été réalisé, en exprimant l'espoir qu'il me serait bientôt possible de présenter, en un livre officiel, des observations plus complètes et plus exactes accompagnées de diagrammes plus détaillés.

» Mais j'ai le regret de dire que, en partie par la faute des retards inhérents à ce mode de publication officielle, c'est seulement depuis peu que les résultats ont pu être réunis, par les soins de la Smithsonian Institution, en un volume dont je viens de recevoir les épreuves.

» Pendant les quelques années écoulées depuis ma dernière Communication à l'Académie, j'ai mis à profit ce retard, en partie forcé, pour re-

(¹) Cette Note avait été présentée à l'Académie dans la séance du 24 septembre.

prendre le travail entier par des méthodes et par des appareils perfectionnés.

» Les perfectionnements ont porté sur l'ensemble, mais en particulier sur le bolomètre. Lors de ma première Communication, j'étais arrivé déjà à donner au bolomètre une sensibilité telle, qu'elle permettait de déceler une variation de température égale à un millionième de degré. Mais, depuis lors, cette sensibilité a été accrue encore d'une manière notable, en sorte que les lignes nouvelles découvertes pendant les trois ou quatre dernières années d'attente sont beaucoup plus nombreuses que celles qui avaient été découvertes auparavant. En même temps, la précision et la certitude des résultats se sont augmentées; aussi, quoique, en pareil sujet, on ne puisse jamais dire le dernier mot, je considère le présent recueil comme la conclusion de mes propres recherches sur cette partie du sujet.

» Je désire donc profiter de mon séjour en France pour faire hommage à l'Académie des épreuves du dernier Volume, quoique tous les diagrammes qui doivent se trouver dans le tirage définitif ne me soient pas encore parvenus et ne doivent être remis qu'un peu plus tard à l'Académie.

» Ce Volume termine la série des recherches que j'ai commencées en 1881 au sommet du mont Whitney (Californie méridionale), à une altitude de 4000^{m} environ. A l'aide du bolomètre, qui venait d'être inventé, et dans cette atmosphère d'une pureté remarquable, j'ai découvert alors l'existence d'une grande région du spectre au delà du point extrême atteint par les observateurs précédents, c'est-à-dire au delà de $\lambda = 1,8\mu$: point désigné dans mon livre par Ω et qu'on regardait alors comme l'extrême limite du spectre.

» Les recherches relatives à cette région de l'infra-rouge, comprise entre $1,8$ et $5,3\mu$, m'ont donc occupé pendant dix-huit années. Les données sont presque toutes nouvelles : on en trouvera le détail dans les Tableaux numériques de ce Volume ([1]).

» Parmi les 600 lignes environ, signalées maintenant dans ces Tableaux, plus de 400 ont été ajoutées à celles que j'avais décrites dans mes dernières Communications et leur position a été fixée pour la première fois. Chaque ligne a fait l'objet d'une étude séparée : elle a été déterminée par la combinaison de six à vingt observations indépendantes : toutes les détermina-

---

([1]) Je dois remercier ici M. C.-G. Abbot, de Washington, dont l'assistance m'a été précieuse pour dresser ces Tableaux sous leur forme définitive.

tions ont été effectuées au moyen d'un appareil micrométrique des plus délicats.

» En prenant toujours comme point de départ la Communication que j'ai faite il y a six ans, je puis résumer brièvement les progrès accomplis en trois points principaux :

» 1° Le nombre des lignes déterminées, qui était compris entre cent et deux cents, s'est élevé à presque six cents ; la position de ces lignes est indiquée dans des Tableaux.

» 2° Grâce au procédé de détermination, l'existence de chaque ligne est établie d'une manière encore plus certaine.

» 3° En dehors de ces progrès positifs, je voudrais encore appeler l'attention de l'Académie sur un autre point. Pendant cinq années, de 1895 à 1900, et pendant toutes les saisons, nous avons fait des études comparées des spectres telluriques infra-rouges. Nous avons observé des variations systématiques du spectre, qui paraissent en relation avec les changements propres à chaque saison. Ces variations sont petites, mais bien nettes. On peut les déduire des Tableaux ; cependant, pour plus de commodité, elles ont été représentées par des diagrammes à part.

» Dès l'époque de ma première Communication à l'Académie, j'avais soupçonné déjà ces variations, sans pouvoir en avoir la conviction, comme je l'ai maintenant. Cette circonstance, de peu de poids par elle-même, est peut-être appelée à jouer un rôle plus important, puisqu'on peut déjà hasarder quelques prédictions de changements. Il est loin de ma pensée de donner à croire qu'on puisse déjà arriver par de tels moyens à prédire des changements plus considérables et plus éloignés, susceptibles d'intéresser l'Agriculture. Cependant je me contenterai d'indiquer cette voie et d'exprimer le désir que les observatoires météorologiques répandus sur la surface du globe ne négligent pas cet ordre d'observations.

» J'aurais bien encore quelques points à signaler dans le Volume que je présente ici, mais je ne veux pas m'y appesantir.

» Ce Volume est le fruit du travail de nombreuses années. S'il ne peut être considéré comme une œuvre définitive dans la Science, il clôt, probablement du moins, les travaux de l'auteur dans ce domaine.

» A cette occasion, je me fais un devoir d'exprimer à l'Académie ma vive gratitude pour l'approbation qu'elle a bien voulu, dès le début, donner à mon travail, et qui a été pour moi le plus précieux des encouragements. »

Remarques sur la Communication précédente; par M. J. Janssen.

« La Communication précédente, que notre éminent Correspondant m'a prié de présenter et d'analyser pour lui à l'Académie, résume, comme on voit, une période considérable d'études de l'auteur.

» On sait que M. Langley a fait sur le spectre solaire de mémorables découvertes, grâce, d'une part, à l'invention et à l'emploi d'un instrument thermométrique d'une sensibilité extraordinaire, puisqu'il permet de constater des différences de température de moins de un millionième de degré, et, d'autre part, en faisant ses observations sur une très haute station du mont Whitney, à environ 4000^m d'altitude.

» L'emploi du merveilleux bolomètre, combiné avec celui de la haute station, a en effet permis à M. Langley de découvrir dans l'infra-rouge du spectre une région nouvelle, l'étendant de $\lambda = 1\,\mu$ environ, limite généralement admise alors, à $\lambda = 5,2\,\mu$.

» Et il faut même ajouter que M. Langley a pu constater la présence d'un rayonnement notablement au delà, mais sans pouvoir obtenir des mesures précises, ce qui l'a empêché de faire figurer cette partie extrême du spectre calorifique sur la Planche ci-jointe.

» La confection de cette Planche a demandé à M. Langley un labeur de longues années et les soins les plus scrupuleux; aussi doit-on la considérer comme présentant des résultats définitifs à l'égard des régions qu'elle embrasse.

» On voit que, dans la Note précédente, M. Langley parle de modifications spectrales portant plus spécialement sur l'infra-rouge et qui lui paraissent en rapport avec les saisons de l'année. Je voudrais appeler l'attention des astronomes physiciens et des météorologistes sur l'intérêt de ces remarques.

» Il n'est pas douteux que les saisons, qui sont accompagnées d'un état particulier de l'atmosphère, état qui a une influence bien constatée sur les plantes, les animaux et les hommes, ne doivent produire dans le spectre tellurique certaines modifications qu'on arrivera à constater.

» A cet égard, je voudrais spécialement attirer l'attention sur les variations de la quantité d'ozone atmosphérique, en rapport avec les saisons et même avec les années. L'ozone joue un tel rôle dans les phénomènes qui se rapportent à la vie, que son étude a une importance particulière.

» Je sais que cette étude se poursuit dans la plupart des observatoires météorologiques ; mais je fais allusion ici aux observations spectrales qui permettent d'interroger les hautes couches de l'atmosphère. Au mont Blanc, nous poursuivons cette étude, qui a un grand intérêt en raison même de la hauteur de la station.

» M. Langley, qui signale des modifications spectrales en rapport avec les saisons et qui est d'une si haute compétence en analyse spectrale, a le premier tous les droits pour poursuivre ces intéressantes études.

» Au moment où, non pas les bandes d'absorption, dont la découverte est due à l'illustre Brewster et qui ne pouvaient servir à une analyse quelconque, mais où les *raies telluriques* furent constatées en 1862, on ne connaissait que le fait général de leur production par notre atmosphère.

» Depuis, on a constaté la part de la vapeur d'eau dans le phénomène, puis celle de l'oxygène et même la dualité des spectres produits par ce dernier corps; aujourd'hui, ces raies telluriques si bien définies peuvent se prêter non seulement à reconnaître la présence des corps les plus divers pouvant exister dans notre atmosphère, mais permettront encore de constater les variations les plus délicates dans leur quantité.

» Pour la poursuite de ces beaux travaux, nous ne saurions trop affirmer notre reconnaissance pour l'admirable méthode thermo-photographique dont M. Langley a doté la Science et pour les belles découvertes qu'il en a tirées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de Physique générale et mathématique, laissée vacante au Collège de France par le décès de M. *Bertrand.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 43,

M. Brillouin obtient. . . . 26 suffrages
M. Marcel Deprez » . . . . 17 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 32,

M. Marcel Deprez obtient. . . . . 27 suffrages

Il y a cinq bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . . . M. **Brillouin**.
En seconde ligne . . . . M. **Marcel Deprez**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Guarini** soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : « Expériences de télégraphie à un seul fil et sans fil par courants hertziens et un simple téléphone comme récepteur ».

(Commissaires : MM. Mascart, Violle.)

M. **Antoine Cros** adresse un Mémoire intitulé : « La lumière incolore et les couleurs ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage relatif à *Copernic*, publié sous les auspices de l'Académie des Sciences de Cracovie.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie une Note imprimée du Consul de France à Manille « Sur les Trombes survenues dans la baie de Manille le 29 juillet dernier ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe de surfaces algébriques.* Note de MM. **G. Castelnuovo** et **F. Enriques**, présentée par M. Picard.

« On connaît plusieurs résultats concernant les surfaces algébriques qui contiennent une série linéaire de courbes, dont le genre π est assez petit par rapport à la dimension. Surtout les cas correspondant aux premières

valeurs de $\pi (\pi = 0, 1, 2)$ ont fait l'objet de nombreuses recherches. Nos études récentes sur les surfaces nous ont amenés à une proposition tout à fait générale qui renferme les résultats rappelés ci-dessus, et d'où l'on peut déduire des corollaires fort intéressants :

» *Si une surface algébrique contient un système linéaire de courbes* C *de genre* $\pi > 0$ *se coupant deux à deux en n points, où*

$$n > 2\pi - 2,$$

la surface est rationnelle ou bien elle peut être ramenée (par une transformation birationnelle) *à un cylindre* $f(x, y) = 0$ *de genre* $p > 0$.

» Lorsque les courbes C ont des points fixes multiples, il faut évaluer les nombres n et π en tenant compte des ordres de multiplicité de ces points.

» On parvient au théorème énoncé par le procédé de réduction, dont nous avons fait usage en plusieurs recherches, qui consiste à remplacer le système des courbes C par son *adjoint*, et ainsi de suite.

» Ce résultat découle d'un examen approfondi du dernier système adjoint auquel on est amené.

» En laissant de côté les explications assez longues que le sujet exigerait, qu'il nous soit permis d'appeler l'attention sur quelques conséquences remarquables du théorème énoncé.

» 1. *Si une surface algébrique contient une série continue de courbes rationnelles* C, *la surface est elle-même rationnelle, ou bien elle peut être ramenée à un cylindre de genre supérieur à zéro.*

» On peut justifier cette proposition en distinguant deux cas :

» *a*. Si les courbes C forment un *faisceau* (c'est-à-dire qu'il passe *une* courbe par chaque point de la surface) la transformation de la surface en un cylindre est déjà connue.

» *b*. Dans le cas contraire, on sait, d'après M. Humbert, que les courbes C seront contenues dans un système linéaire de dimension > 1; et le système aura le genre π si les C ont π points doubles mobiles, tandis que deux courbes du système (ou deux C) se couperont en $n > 2\pi - 2$ points, comme il est facile de le reconnaître. C'est donc le cas d'appliquer notre proposition.

» On peut aussi énoncer le théorème (I) sous une autre forme remarquable :

» Si les coordonnées des points d'une surface

$$f(x, y, z) = 0$$

sont des fonctions rationnelles de

$$X, Y, Z \quad \text{où} \quad F(X, Y) = 0,$$

$$(\alpha) \qquad x = \psi_1(X, Y, Z), \qquad y = \psi_2(X, Y, Z), \qquad z = \psi_3(X, Y, Z),$$

et si les formules (α) ne sont pas invertibles d'une manière rationnelle, on pourra toujours exprimer x, y, z par des fonctions rationnelles de trois nouveaux paramètres u, v, w, liés par une relation de la forme

$$\varphi(u, v) = 0,$$

et cela de telle sorte que u, v, w s'expriment à leur tour par des fonctions rationnelles de x, y, z.

» Lorsque l'équation $F(X, Y) = 0$ se réduit à $X = 0$, on a la proposition bien connue concernant la *rationalité des involutions planes*.

» 2. Une seconde application du théorème concerne la *détermination des surfaces admettant une série de transformations birationnelles en elles-mêmes, qui n'engendrent pas un groupe d'ordre fini : ces surfaces sont rationnelles ou bien elles peuvent être ramenées à des cylindres*.

» Ainsi se trouve comblée la seule lacune que les profondes et belles recherches de MM. Picard et Painlevé laissaient encore subsister dans la théorie des surfaces admettant une série continue de transformations birationnelles en elles-mêmes.

» Il est aisé de déduire la proposition (2) de notre théorème général.

» Soit F une surface d'un certain ordre n, admettant une série continue de transformations birationnelles en elles-mêmes.

» Lorsque ces transformations n'engendrent pas un groupe d'ordre fini, en les multipliant entre elles on aura une série ∞^r de transformations pour chaque valeur arbitrairement grande du nombre r.

» Appliquons maintenant ces ∞^r transformations aux courbes C sections planes de F, dont le genre sera désigné par π.

» Nous obtiendrons une série de systèmes linéaires; chaque système sera composé de courbes C_r de genre π se coupant deux à deux en n points mobiles et ayant des points bases doués de certaines multiplicités i_1, i_2, ...; on aura

$$\Sigma i > n - (2\pi - 2)$$

lorsque r est assez grand.

» Or toutes les courbes C_r appartiendront à un même système linéaire de courbes de genre $\Pi = \pi + \sum \frac{i(i-1)}{2}$, se coupant deux à deux en

$N = n + \Sigma i^2$ points, et il y aura lieu d'appliquer notre proposition, puisqu'il résulte

$$N > 2\Pi - 2.$$ »

GÉODÉSIE. — *Sur la correction topographique des observations pendulaires.* Note de M. **J. Collet**, présentée par M. Lœwy.

« Dans une Note récente [1], j'ai exposé la marche qui a été suivie dans le calcul des corrections topographiques relatives aux observations pendulaires du Lautaret et de la Bérarde. Dans ces calculs, on a tenu compte de toutes les masses renfermées dans une circonférence de 10^{km} de rayon. Je me propose actuellement de déterminer le *degré de précision* de ces corrections.

» *A priori*, ce problème se présente comme ne comportant pas de solution rationnelle, la distribution des masses agissantes échappant à toute loi; mais tout au moins peut-on se proposer d'en obtenir une solution empirique suffisante.

» Comme terme de comparaison, nous chercherons d'abord *une limite de l'erreur commise quand, négligeant l'action des couronnes à partir de la $n^{\text{ième}}$, on suppose que, pour cette couronne et pour toutes les suivantes, en nombre indéfini, le relief du sol, au lieu d'aller en s'atténuant, conserve une valeur constante.*

» En conservant les notations de la précédente Note, l'action de la couronne de rang p, $p \geqq n$, sera définie par

$$(1) \qquad X_p = A \sum \frac{b - R_p}{b}, \qquad b = \sqrt{h^2 + R_p^2}, \qquad A = 10^3 \frac{2\pi}{k} \frac{f \delta l}{g},$$

la somme $\sum$ s'étendant aux valeurs successives de b ou de h le long de la couronne de rang p. On en déduit approximativement, à cause de la petitesse du rapport $\frac{h^2}{R_p^2}$,

$$(2) \qquad X_p < \frac{A}{2R_p^2} \sum h^2.$$

» Posant

$$\sum h^2 = 2kh_p^2,$$

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 654.

h_p s'appellera *hauteur moyenne* de la couronne de rang p : c'est proprement la racine carrée de la moyenne des carrés des hauteurs moyennes des troncs de prismes composant cette couronne. On aura alors

$$(3) \qquad X_p < kA \frac{h_p^2}{R_p^2} \qquad \text{ou} \qquad X_p < \frac{kA}{l^2} \frac{h_p^2}{p^2},$$

ce qui montre que, *à relief égal, les actions des couronnes successives ne sont que très lentement décroissantes.*

» En appelant X'_n la somme des actions de toutes les couronnes successives à partir de la $n^{\text{ième}}$, on aura

$$(4) \quad X'_n = X_n + X_{n+1} + X_{n+2} + \ldots < \frac{kA}{l^2}\left[\frac{h_n^2}{n^2} + \frac{h_{n+1}^2}{(n+1)^2} + \frac{h_{n+2}^2}{(n+2)^2} + \ldots\right].$$

» Si l'on suppose toutes les hauteurs h_n, h_{n+1}, ... égales entre elles, en appelant H leur valeur commune, on aura

$$(5) \qquad X'_n < \frac{kA}{l^2} H^2 \left[\frac{1}{n^2} + \frac{1}{(n+1)^2} + \ldots\right] \quad \text{ou} \quad X'_n < \frac{kA}{l^2} H^2 \sum_{p=n}^{p=\infty} \frac{1}{p^2},$$

ce qui peut s'écrire

$$(6) \qquad X'_n < \frac{kA}{l^2}\left(\frac{\pi^2}{6} - \sum_{p=1}^{p=n-1} \frac{1}{p^2}\right),$$

à l'aide de la série connue

$$\frac{\pi^2}{6} = \frac{1}{1^2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \ldots + \frac{1}{p^2} + \ldots.$$

» On obtient ainsi la limite cherchée, le relief s'élevant partout à une hauteur H au-dessus du niveau de la station.

» Appliquons cette formule aux observations du Lautaret et de la Bérarde, en donnant à H la valeur qui correspond à la dernière couronne considérée dans les calculs de correction.

» Au *Lautaret*, où l'on a

$$n = 20, \quad k = 9, \quad A = 31224 \times 10^{-9}, \quad l = 500, \quad H = 600,$$

$$\sum_1^{19} \frac{1}{p^2} = 1,5936\ldots,$$

on trouve

$$X'_{20} < 0,000020.$$

» A *la Bérarde*, on a

$$n = 21, \quad k = 6, \quad A = 46836 \times 10^{-9}, \quad H = 750,$$

$$\sum_1^{20} \frac{1}{p^2} = 1,5961\ldots,$$

d'où

$$X'_{21} < 0,000029.$$

» Dans les deux cas, l'erreur à craindre affecterait la cinquième décimale de g, mais elle serait sans influence sur la quatrième. Si l'on se limitait à cette dernière approximation, il suffirait de ne conserver que dix couronnes, car, même avec $H = 800$, on trouverait

$$X'_{10} < 0,000076$$

à la Bérarde.

» Il résulte de ce qui précède que *l'éloignement ne rend que très lentement décroissante l'action des masses quand elles s'étendent d'une façon continue, avec un relief notable.*

» Par exemple, à la Bérarde, il ne faudrait pas conserver moins de soixante couronnes s'étendant à 30^{km}, avec un relief égal à 750^{m}, pour que l'erreur sur g fût inférieure à 0,00001. Effectivement, on aurait seulement

$$X'_{60} < 0,0000107.$$

» C'est donc sur la *décroissance des valeurs de* h_p^2, $p \geqq n$, qu'il faudra compter pour rendre l'erreur X'_n suffisamment petite; et l'on voit que, dans la pratique, les couronnes de masses attractives dont on calculera l'effet devront s'étendre assez loin pour que les valeurs de h_p^2 descendent au-dessous d'une certaine limite facilement assignable.

» C'est ce qui a lieu effectivement pour les deux stations alpines qui nous occupent.

» A la Bérarde, pour que l'on eût $X'_n < 0,00001$, il suffirait que les hauteurs moyennes h_n, h_{n+1}, ... fussent inférieures à $\frac{H}{\sqrt{3}}$, soit 430^{m}. Or, au seul aspect de la Carte on reconnaît que cette condition est surabondamment remplie. La vingtième couronne de 10^{km} de rayon enveloppe complètement tout le massif du Pelvoux avec ses hautes cimes. Au delà, dans les hautes vallées de la Romanche, de la Guisane, de la Durance, de la Séveraisse, de la Bonne et du Vénéon, qui circonscrivent exactement tout le massif, les côtes sont partout rapidement décroissantes. Au delà, elles ne se relèvent qu'en demeurant relativement assez faibles et sans continuité, et cela à des distances où l'action des masses est très sensiblement réduite. Quelques pics isolés font seuls exception, et nous avons vu, dans une Note précédente, qu'il n'y a pas lieu de s'en préoccuper.

» Des considérations semblables s'appliquent au Lautaret dont la région Sud présente presque seule, au delà de 10^{km}, des masses, considérables il

est vrai, mais non continues, s'élevant notablement au-dessus du niveau de la station.

» Nous pouvons donc conclure que les corrections topographiques, telles qu'elles ont été calculées pour les stations du Lautaret et de la Bérarde, ne sont affectées que d'erreurs inférieures à 0,00001, et présentent, par suite, toute la précision désirable. »

THERMOCHIMIE. — *Acétals d'alcools plurivalents.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« J'ai déterminé les chaleurs de combustion et de formation des formals et acétals du glycol, de l'*i*-érythrite et de la *d*-mannite, c'est-à-dire des composés :

$C^3H^6O^2$ ou $C^2H^4O^2(CH^2)$; $C^4H^8O^2$ ou $C^2H^4O^2(CH - CH^3)$,
$C^6H^{10}O^4$ ou $C^4H^6O^4(CH^2)^2$; $C^8H^{14}O^4$ ou $C^4H^6O^4(CH - CH^3)^2$,
$C^9H^{14}O^6$ ou $C^6H^8O^6(CH^2)^3$; $C^{12}H^{20}O^6$ ou $C^6H^8O^6(CH - CH^3)^3$,

» Les formals de ces trois polyalcools, ainsi que les acétals du glycol et de la mannite, étaient connus. Je me les suis procurés facilement, soit en suivant les modes opératoires indiqués par les auteurs, soit en modifiant les opérations d'après les vues théoriques résultant de l'idée que la réaction génératrice est une réaction limitée.

» C'est ainsi, par exemple, qu'au lieu de faire le méthylèneglycol par le trioxyméthylène et le glycol en présence de perchlorure de fer anhydre, comme l'ont indiqué MM. Trillat et Cambier (¹), on peut se contenter de chauffer ensemble le produit de l'évaporation de la solution d'aldéhyde formique (paraformaldéhyde) et le glycol en présence de quelques centièmes d'acide chlorhydrique ordinaire : après huit heures de chauffage à 100°, on obtient facilement 60 pour 100 du rendement théorique. Ce corps, auquel M. Henry (²) a donné sa formule véritable $\begin{matrix} CH^2 - O \\ | \\ CH^2 - O \end{matrix} \!\!> CH^2$, distillé sur la potasse sèche, puis sur le sodium, passe presque entièrement à 74°,5 et est miscible à l'eau en toutes proportions; l'analyse ne laisse pas de doute sur la formule : trouvé pour 100 : C = 48,47, H = 8,31; calculé : C = 48,62, H = 8,18.

» Le diformal de l'érythrite, fait avec poids égaux d'érythrite, de méthanal évaporé à consistance savonneuse et une demi-partie seulement de HCl, s'obtient directement

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1277; 1894.
(²) *Ibid.*, t. CXX, p. 107; 1895.

cristallisé après que l'on a fait dissoudre le tout au bain-marie et que l'on a abandonné au refroidissement; les eaux mères fournissent de nouveaux cristaux au bout de quelques jours, et cela à plusieurs reprises, de sorte que le rendement est très bon, tandis que dans leurs recherches MM. Schulz et Tollens (1), qui employaient l'érythrite, la solution de CH^2O à 40 pour 100 et l'acide chlorhydrique à poids égaux, n'obtenaient pas de cristallisation, la limite étant abaissée par suite de la présence de trop d'eau. C'est un corps qui se sublime avec une extrême facilité, soit seul, soit avec ses solvants. Il bout à 198° (corr.) sans décomposition.

» Le diacétal de l'érythrite n'avait pas encore été préparé. On l'obtient en dissolvant l'érythrite dans le moins possible d'acide chlorhydrique et en ajoutant ensuite de l'aldéhyde acétique à la solution refroidie jusqu'à ce que des cristaux apparaissent. Le produit abandonné à lui-même se prend du jour au lendemain en une masse de cristaux que l'on ne lave que modérément, car ils sont assez solubles dans l'eau. Le diacétal de l'érythrite est très soluble dans le chloroforme, d'où il cristallise en gros prismes allongés, incolores, transparents, dans l'alcool d'où il se sépare en longs prismes accolés semblables au nitre; dans l'eau, il est moins soluble et se dépose en longues aiguilles prismatiques. Il possède une légère odeur, comme anisée; sa saveur est à peine amère. Comme le diformal, il est excessivement facile à sublimer et à entraîner par les vapeurs de ses solvants. Il fond à 94°,5-95°, bout sans décomposition à 201° (corr.) en se sublimant bien avant cette température.

» Le triacétal de la mannite a été préparé suivant les indications de M. Meunier (2).

» La combustion de ces corps dans la bombe m'a donné les résultats suivants pour 1gr :

						Moyenne.
Glycol....	Formal $C^3H^6O^2$	5525,0	5543,6	5524,0	»	cal 5530,9
	Acétal $C^4H^8O^2$	6343,6	»	»	»	6343,6
Érythrite.	Diformal $C^6H^{10}O^4$	5091	5100,1	5102,0	»	5097,8
	Diacétal $C^8H^{14}O^4$.....	6024,9	6019,5	6024,5	»	6023,0
Mannite..	Triformal $C^9H^{14}O^6$....	4975,0	4970,8	4960,9	»	4968,9
	Triacétal $C^{12}H^{20}O^6$ ...	5912,8	5910,2	5911,2	5910,6	5911,2

» De ces nombres on déduit les chaleurs de combustion et de formation suivantes :

Composé.	Chaleurs de combustion. Volume constant.	Chaleurs de combustion. Pression constante.	Différence.	Formation par les éléments.
$C^3H^6O^2$	Cal 409,4	Cal 409,6	Cal 149,2	Cal 80,3
$C^4H^8O^2$	558,24	558,8		94,4

(1) *Liebig's Annalen*, t. CCLXXXIX, p. 20; 1896.

(2) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 408; 1889.

Composé.	Chaleurs de combustion. Volume constant.	Pression constante.	Différence.	Formation par les éléments.
	Cal	Cal	Cal	Cal
$C^6H^{10}O^4$.......	744,3	744,6	$2 \times 152,1$	166,2
$C^8H^{14}O^4$.......	1048,0	1048,8		188,6
$C^9H^{14}O^6$.......	1083,22	1083,5	$3 \times 151,5$	248,2
$C^{12}H^{20}O^6$.......	1536,91	1538,1		283,5

» Ici la différence due aux homologies entre les formals et les acétals est bien moindre que la différence habituelle, soit 150^{Cal}-152^{Cal} au lieu de 156^{Cal}. Il en résulte, puisque la différence entre CH^2O diss. et C^2H^4O liq. est sensiblement normale, que l'équation génératrice présente une grandeur thermique plus considérable à partir de l'aldéhyde acétique qu'à partir de l'aldéhyde formique.

» En effet, on trouve les valeurs suivantes :

				Cal
CH^2O diss. ou polym.	$+ C^2H^4O^2$ liq.	$= C^3H^6O^2$ liq.	$+ H^2O$ liq......	$-3,4$
C^2H^4O liq.	$+ C^2H^4O^2$ liq.	$= C^4H^8O^2$ liq.	$+ H^2O$ liq......	$+3,65$
$2CH^2O$ diss. ou polym.	$+ C^4H^{10}O^4$ sol.	$= C^6H^{10}O^4$ sol.	$+ 2H^2O$ liq.....	$+2 \times 1,85$
$2C^2H^4O$ liq.	$+ C^4H^{10}O^4$ sol.	$= C^8H^{14}O^4$ sol.	$+ 2H^2O$ liq.....	$+2 \times 7$
$3CH^2O$ diss. ou polym.	$+ C^6H^{14}O^6$ sol.	$= C^9H^{14}O^6$ sol.	$+ 3H^2O$ liq.....	$+3 \times 4,6$
$3C^2H^4O$ liq.	$+ C^6H^{14}O^6$ sol.	$= C^{12}H^{20}O^6$ sol.	$+ 3H^2O$ liq.....	$+3 \times 9,3$

» Ces nombres montrent encore que la chaleur de formation par les composants croît avec l'augmentation de l'atomicité de l'alcool, passant successivement de $-3,4$ à $+1,85$ et $+4,6$ pour les formals, et de $+3,65$ à 7,0 et à 9,3 pour les acétals. D'où il résulte que la stabilité vis-à-vis des agents hydratants doit croître du formal du glycol au formal de l'érythrite et au formal de la mannite d'une part, et de celle du formal à celle de l'acétal correspondant, d'autre part. D'après les observations publiées par les auteurs qui ont étudié ces divers corps, cela répond bien aux faits.

» Comme la formation des acétals d'alcools monovalents, la formation des acétals d'alcools plurivalents est aussi une réaction limitée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution des dérivés nitrés du diméthylacrylate d'éthyle; nitroacétate d'éthyle* (1). Note de MM. L. **Bouveault** et A. **Wahl**.

« Nous avons montré dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 687) que l'acide nitrique fumant transforme le diméthylacrylate d'éthyle en un corps possédant la composition de son dérivé nitré. Ce dernier ne se dissout pas dans les alcalis étendus et froids, mais la potasse alcoolique le transforme dans un sel de potassium qui n'est pas le sien, mais celui d'un dérivé nitré, son isomère, soluble dans les alcalis étendus. Nous appellerons le premier corps α-, le second β-*diméthylacrylate d'éthyle*. Ces deux corps sont différents en ce que le second contient, à l'exclusion du premier, un atome d'hydrogène négatif, remplaçable par du potassium.

» Le β-*nitrodiméthylacrylate d'éthyle*, en effet, se comporte vis-à-vis des alcalis comme le ferait l'acétylacétate d'éthyle. En particulier, si l'on sature d'ammoniac sec sa solution dans l'éther anhydre, il se dépose un sel ammoniacal cristallisé. Ce dernier est instable et perd spontanément du gaz ammoniac en se liquéfiant; traité par l'acide chlorhydrique étendu, il régénère le β-nitrodiméthylacrylate inaltéré.

» Dans des conditions identiques, l'isomère α se comporte tout différemment. On obtient bien un dérivé cristallisé, mais beaucoup plus stable que le précédent, non décomposé par l'eau, pouvant cristalliser dans l'alcool méthylique bouillant et fondant alors vers 102°-103°, L'ammoniaque aqueuse très concentrée fournit le même produit.

» Au lieu de posséder la composition $C^7H^{11}O^2AzO^2 + AzH^3$ du sel ammoniacal attendu, ce nouveau composé se trouve représenté par la formule $C^4H^7AzO^4 + AzH^3$.

» Ce produit, qui est bien cristallisé et blanc, très soluble dans l'eau, assez soluble dans les alcools méthylique et éthylique, est bien réellement un sel ammoniacal, car l'acide chlorhydrique étendu lui enlève AzH^3 en mettant en liberté une huile lourde, d'odeur piquante, qu'on enlève par agitation à l'éther et qu'on purifie par distillation dans le vide.

» On obtient ainsi un liquide incolore, bouillant à 105°-107° sur 25^{mm} $d_0^0 = 1,226$. L'analyse montre qu'il constitue bien l'acide $C^4H^7AzO^4$ du sel ammoniacal précédent.

» Son poids moléculaire pris dans la benzine est de 132; la théorie exige 133.

» Le nouveau composé est un peu soluble dans l'eau, à laquelle il communique une réaction acide; il est miscible avec l'alcool et les autres dissolvants organiques neutres.

» Étant partis d'un composé en C^7 et arrivant à un produit en C^4, nous avons re-

(1) Institut chimique de l'Université de Nancy.

cherché ce qu'était devenu le reste de la molécule. Nous avons concentré les eaux mères éthérées d'où s'est déposé le sel ammoniacal, nous avons repris le résidu par l'acide chlorhydrique étendu et l'avons soumis à la distillation. Il a passé dans les premières portions un liquide qui, par sa transformation en iodoforme, d'une part, en semi-carbazone fusible à 186°, de l'autre, a été caractérisé comme étant de l'acétone.

» La réaction qui s'est passée peut être représentée par l'équation

$$C^7H^{11}AzO^4 + H^2O + AzH^3 = C^3H^6O + C^4H^{10}Az^2O^4.$$

» Or le composé huileux à propriétés acides que nous avons obtenu a la composition $C^4H^7AzO^4$ de l'éther nitroacétique $AzO^2 - CH^2 - CO^2C^2H^5$. Ce dernier a fait l'objet de longues et inutiles recherches de la part de V. Meyer et de ses élèves (V. Meyer et A. Stieber, *D. ch. G.*, t. V, p. 518; V. Meyer et A. Rilliet, *D. ch. G.*, t. V, p. 1030; A. Steiner, *D. ch. G.*, t. V, p. 383 et t. XV, p. 1604; S. Lewkowitsch, *Jour. f. prakt. Ch.*, t. XX, p. 159), il a été décrit, il y a longtemps déjà, par M. de Forcrand (*Bull.*, t. XXXI, p. 528; *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 974), qui a établi sa constitution, en le transformant par réduction en glycocolle.

» Le produit de M. de Forcrand a été obtenu en faisant réagir à chaud le bromacétate d'éthyle sur le nitrite d'argent (méthode de V. Meyer); il bout à 151°-152° en se décomposant légèrement. Au contraire, notre composé bout à 105°-107° sous 25^{mm}, ce qui correspond à 200° sous la pression ordinaire. En fait, quand on le distille à l'air, il se décompose notablement et bout à 190°; mais le dégagement gazeux abaisse certainement le point d'ébullition.

» La grande différence du point d'ébullition (plus de 40°) ne permet pas de confondre ces deux corps; mais, ce qui est très curieux, c'est que notre nitroacétate d'éthyle, réduit par l'amalgame de sodium, fournit aussi du glycocolle. En traitant la solution alcaline ainsi obtenue par l'isocyanate de phényle, nous avons obtenu l'*acide γ-phénylhydantoïque*

$$C^6H^5 - AzH - CO - AzH - CH^2 - CO^2H$$

identique à celui qu'on obtient dans les mêmes conditions avec le glycocolle.

» Les deux acides obtenus par nous fondent en se boursouflant et noircissent à 208°-210°; Paal, qui a découvert ce corps, indique 195° (*D. ch. G.*, t. XXVII, p. 975). Nous, nous avons trouvé que le point de fusion de ce corps varie notablement suivant la vitesse de la chauffe.

» Il existe donc actuellement deux éthers nitroacétiques ayant les mêmes droits à porter le même nom; nous n'insisterons pas aujourd'hui sur cette isomérie dont nous nous promettons d'élucider la nature; nous retiendrons seulement que notre éther α-nitrodiméthylacrylique, à l'exclusion de son isomère β, est dédoublé par hydratation en acétone et éther nitroacétique. Ceci nous montre que le groupe AzO^2 est dans sa molécule uni au carbone, et précisément à l'atome de carbone qui tient aussi au groupement $CO^2C^2H^5$.

» Il en résulte que ce corps ne peut avoir pour constitution que

$$\text{I.}\qquad \begin{matrix}CH^3\\ CH^3\end{matrix}\!\!>C=\underset{\substack{|\\ AzO^2}}{C}-CO^2C^2H^5,$$

ou

$$\text{II.}\qquad \begin{matrix}CH^3\\ CH^2\end{matrix}\!\!\gg C-\underset{\substack{|\\ AzO^2}}{CH}-CO^2C^2H^5.$$

» La formule II contient un atome d'hydrogène négatif et ne peut convenir qu'à l'isomère β; la formule I reste donc seule pour l'isomère α.

» Nous considérerons donc comme très vraisemblables ces deux constitutions, le dédoublement par l'ammoniac étant représenté par le schéma :

$$\begin{matrix}CH^3\\ CH^3\end{matrix}\!\!>C=\underset{\substack{|\\ AzO^2}}{C}-CO^2C^2H^5+H^2O+AzH^3=\begin{matrix}CH^3\\ CH^3\end{matrix}\!\!>CO+AzH^3.\underset{\substack{|\\ AzO^2}}{CH^2}-CO^2C^2H^5.$$

» Le *nitroacétate d'éthyle* est un produit d'un grand intérêt dont nous entendons faire une étude approfondie : il est doué de propriétés acides très nettes, grâce à son groupe CH^2 uni à AzO^2 et à $CO^2C^2H^5$. Les sels alcalins sont très stables, non dissociés par l'eau; son sel *d'argent*, obtenu par double décomposition, cristallise dans l'eau bouillante en fines aiguilles.

» Le *sel de potassium* $C^4H^6AzO^4K$ est très soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool chaud, où il cristallise en beaux cristaux feuilletés blancs : il déflagre très vivement sur la lame de platine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence simultanée de saccharose et de gentianose dans la racine fraîche de gentiane.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« Dans une Note précédente [1], nous avons donné un procédé nouveau d'extraction de la gentiopicrine que renferme la racine fraîche de gentiane jaune. Au cours des manipulations qu'il comporte, nous avons eu l'occasion de retirer, en outre, une certaine quantité de gentianose, sucre

---

[1] Em. Bourquelot et H. Hérissey, *Sur la préparation de la gentiopicrine, glucoside de la racine fraîche de gentiane* (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 113; 1900).

dont l'un de nous avait donné antérieurement, en collaboration avec M. Nardin, un mode spécial de préparation ([1]).

» Mais ce gentianose n'est pas la seule matière sucrée que nous ayons pu mettre en évidence. L'examen polarimétrique de certaines cristallisations nous ayant fait supposer que ces dernières contenaient un sucre à pouvoir rotatoire plus élevé que celui du gentianose, nous avons cherché à isoler ce sucre et à en déterminer la nature.

» Après de nombreux tâtonnements, nous avons réussi à séparer, à l'état de pureté, un sucre qui s'est trouvé être du saccharose. Voici, aussi succinctement que possible, la marche qui nous a permis d'arriver à ce résultat.

» On a vu, dans la Note relative à la préparation de la gentiopicrine, que les masses de cristaux de ce glucoside obtenues en premier lieu ont été tout d'abord essorées à la trompe. Ce sont les eaux mères recueillies dans cette opération qui contiennent la majeure partie des deux sucres.

» Ces eaux mères ont été additionnées d'une assez forte proportion d'alcool à 95°. Le mélange s'est partagé en deux portions : l'une, de consistance d'extrait, fortement colorée, occupant la partie inférieure du vase; l'autre, liquide, très limpide et peu foncée, surnageant la précédente. Le liquide limpide a été distillé au bain-marie, après quoi le résidu a été évaporé en consistance d'extrait mou. Cet extrait a été traité à l'ébullition à deux reprises différentes, par trois fois son poids d'alcool à 95°, dans un ballon relié à un refrigérant à reflux. Les liquides alcooliques, filtrés et abandonnés un certain temps à eux-mêmes, nous ont fourni des cristaux dont le pouvoir rotatoire était sensiblement celui du gentianose.

» Quant au produit non dissous, il était devenu presque pulvérulent et de couleur jaune clair. On l'a traité à trois reprises différentes par de l'alcool méthylique à 99 pour 100 bouillant. Les liqueurs méthyliques ont été rassemblées et filtrées; après quoi on les a additionnées de leur volume d'éther sans mélanger.

» Il s'est ainsi déposé, peu à peu, sur les parois du vase, de petits amas sphériques de cristaux blancs plus ou moins englobés dans une masse extractive foncée. Ces cristaux ont été séparés à la main, lavés d'abord à l'alcool méthylique froid, puis traités à plusieurs reprises par de petites quantités d'alcool méthylique bouillant.

» Le produit ainsi purifié a été redissous à chaud dans l'alcool méthylique contenant 12 à 13 pour 100 d'eau. Après refroidissement, il s'est déposé, peu à peu, des cristaux assez volumineux, complètement blancs, présentant l'apparence des cristaux de sucre de canne. Les déterminations qui suivent, effectuées sur les cristaux desséchés, montrent, du reste, qu'on avait bien affaire à ce dernier sucre.

([1]) Em. Bourquelot et L. Nardin, *Sur la préparation du gentianose* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 280; 1898).

» 1° *Point de fusion.* — Les cristaux fondent à 179°-180° (corr.).

» 2° *Pouvoir rotatoire.* — (Observation faite à 20°-21°) :

$$p = 0,259; \quad v = 15,02; \quad l = 2; \quad \alpha = +2°16' \text{ ou } 2°,266,$$

d'où

$$\alpha D = \frac{2,266 \times 15,02}{2 \times 0,259} = +65°,7.$$

» Ce sucre ne présente pas de phénomène de multirotation.

» 3° *Interversion.* — Les cristaux ne réduisent la liqueur cupropotassique qu'après interversion par un acide.

» Des essais comparatifs ont été faits, quant à l'interversion par les acides, avec une solution de sucre de canne et une solution du sucre provenant de la gentiane. Chacun des essais a porté sur une solution aqueuse renfermant, pour 100^{cc}, 4^{gr} de sucre et 8 gouttes d'acide sulfurique. L'interversion a été effectuée en maintenant les deux solutions, pendant dix minutes, dans un bain-marie bouillant. Après refroidissement, on a examiné au polarimètre et l'on a trouvé, pour l'un et l'autre liquide, une même déviation à gauche de 1°40' (température de l'observation : 16°).

» Le produit cristallisé était donc bien du saccharose.

» La présence simultanée de gentianose et de saccharose dans un même organe végétal, rappelle une observation analogue faite en 1877 par M. Villiers (1), qui a trouvé dans la manne de l'*Alhagi Maurorum* Tourn., à la fois, du mélézitose et du sucre de canne, ce qui avait fait penser à M. Berthelot (2) qu'il devait y avoir une parenté entre le mode de formation de ces deux sucres.

» Il y a toutefois, dans notre observation, une différence qui mérite l'attention. En effet, il ressort d'expériences sur le gentianose antérieurement publiées que ce dernier sucre, dont la constitution exacte reste encore à fixer, renferme tout au moins les éléments du saccharose (3). Il se pourrait donc que le sucre de canne que l'on trouve dans la racine fraîche de gentiane provienne d'un dédoublement particulier du gentianose lui-même. »

---

(1) A. Villiers, *Recherches sur le mélézitose* (*Bull. de la Société chimique*, t. XXVII, p. 98; 1877).

(2) M. Berthelot, *Remarques sur la Communication précédente de M. Villiers* (Même Recueil, t. XXVII, p. 101; 1877).

(3) Em. Bourquelot, *Sur la physiologie du gentianose; son dédoublement par les ferments solubles* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. VII, p. 369; 1898).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Note sur un glucoside nouveau extrait des graines d'*Erysimum, *de la famille des Crucifères.* Note de MM. **Schlagdenhauffen** et **Reeb**, présentée par M. Guignard.

« Le myronate de potassium, sorte de glucoside salin qui fait partie constitutive de la graine de moutarde noire en même temps que la myrosine, se dédouble, en présence de l'eau et dans des conditions convenables de température, en sulfocyanate d'allyle, glucose et sulfate acide de potassium. C'est à Bussy que sont dus les premiers travaux relatifs à ce sujet.

» Après lui, Ludwig et Lange, Ritthausen et Stoffmann ont constaté que les essences résultant du dédoublement d'autres graines de la même famille variaient entre elles d'une façon notable sans que la nature de la réaction soit changée.

» Dans ses remarquables recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères, M. le professeur Guignard a démontré avec une rigueur absolue que le ferment, ainsi que les principes dédoublables, étaient contenus dans des cellules spéciales qu'on pouvait distinguer à l'aide de réactifs microchimiques aussi bien dans la graine que dans les feuilles, les tiges et la racine. En multipliant ses expériences sur de nombreuses espèces contenant des proportions variables de myrosine, de sinigrine, de sinalbine ou autres principes analogues, l'éminent botaniste n'a jamais manqué de contrôler ses prévisions théoriques.

» Existe-t-il dans cette famille d'autres composés à côté de ceux qui ont été signalés jusqu'à présent? C'est là une question que nous nous sommes posée à la suite de la dégustation d'un certain nombre de graines du genre *Erysimum* qui présentent une amertume très prononcée, sans trace d'odeur d'essence de moutarde.

» Celles d'*E. cheiranthoides, E. virgatum, Perofskianum, australe, pulchellum* et *nanum compactum, aureum* se trouvent dans ce cas.

» Or comme nous disposions d'une certaine quantité de ces dernières, nous les avons utilisées pour une étude spéciale. Nous avons eu la bonne fortune d'y déceler la présence d'un principe glucosidique amer analogue à celui du *Cheiranthus Cheiri* et qui doit, au point de vue de ses propriétés physiologiques, être rangé dans le groupe de la digitaline.

» La première partie de cette Note a pour objet de faire connaître le mode de préparation, les propriétés et l'analyse de ce composé auquel

nous donnons le nom d'*érysimine;* la deuxième est consacrée à la description sommaire de ses propriétés physiologiques.

I. — Étude chimique.

» *a. Préparation.* — Les graines sont pulvérisées et extraites à l'éther de pétrole. Nous obtenons par évaporation du dissolvant 22 pour 100 d'huile grasse $D = 0.921$. Le résidu sec est lixivié ensuite avec de l'alcool à 95°. Les teintures réunies sont évaporées à consistance d'extrait. Le poids de l'extrait mou est de 6 pour 100 de la quantité de semences.

» Pour obtenir le glucoside nous reprenons l'extrait par 25 fois son poids d'eau. La solution est filtrée. Cette opération exige beaucoup de temps, en raison des matières grasses, cireuses et autres, que l'éther de pétrole n'avait pu enlever. Les colatures sont évaporées à consistance demi-sirupeuse et le glucoside est précipité par du sulfate de soude, sous forme de masse poisseuse. Celle-ci est redissoute ensuite dans de l'eau et la solution additionnée d'une nouvelle quantité de sulfate de soude. On opère de même à deux ou trois reprises jusqu'à décoloration du liquide.

» Le glucoside brut est ensuite redissous dans l'alcool. Après vingt-quatre heures de repos, on filtre et l'on évapore à siccité. Le résidu est repris par de l'eau et la solution est traitée par l'acétate de plomb. L'excès de plomb est enlevé par l'acide sulfurique faible. Après filtration et neutralisation par l'ammoniaque, la solution est évaporée à siccité. Le résidu sec enfin est redissous dans l'alcool, et cette nouvelle solution évaporée abandonne le glucoside à l'état de pureté.

» La solution aqueuse des graines, de même que celle de l'extrait alcoolique, contient, indépendamment du glucoside, un alcaloïde que l'on obtient en épuisant les graines par l'éther de pétrole, puis par le chloroforme ou l'éther ordinaire et en évaporant le dissolvant. Le résidu convenablement traité précipite, par les iodures doubles, le tanin et le phosphomolybdate de sodium.

» *b. Propriétés.* — Le glucoside se présente sous forme d'une masse amorphe jaune pâle. Il est soluble en toutes proportions dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'éther, le chloroforme, la benzine et le sulfure de carbone. Il est légèrement hygroscopique.

» Il fond à 190°; répand à une température plus élevée des vapeurs qui se condensent sous forme de gouttelettes huileuses, brunit et finit par se charbonner.

» Chauffé fortement sur la lame de platine, il ne laisse aucun résidu salin; par conséquent le produit d'incinération ne contient ni potasse ni soude. Quand on le calcine avec du nitre et qu'on redissout la masse fondue dans de l'eau acidulée, la solution ne précipite pas par le chlorure

de baryum : preuve de l'absence de soufre. La substance ne contient donc pas de myronate de potasse.

» La solution fournit un abondant précipité de bleu de Prusse au contact du cyanoferride de potassium et de fer; de plus, après traitement préalable par l'acide chlorhydrique bouillant et étendu, on constate la production d'un dépôt résineux, et le liquide, après filtration, décompose la solution cupropotassique. Ces deux réactions caractérisent donc la présence d'un glucoside.

c. Composition.

Matière employée...	0,200 gr			
CO^2	0,4142	d'où	C................	56,480
H^2O..............	0,1460		H................	8,111
			O................	35,409
				100,000

» La formule devient donc $C^4H^7O^2$.

II. — Étude physiologique.

» En injectant à des grenouilles une solution d'érysimine, on constate aisément, à l'aide de l'appareil de Marey, que les battements du cœur, tant comme nombre que comme amplitude, varient dans le même sens qu'après injection de digitaline, et qu'à un moment donné il y a arrêt complet du myocarde. Les pigeons et les cobayes se comportent de même.

» L'érysimine est donc un poison violent pour les animaux à sang chaud et la grenouille.

» Des expériences faites avec le kymographion de Liebig il résulte que la pression sanguine varie en raison inverse du nombre des battements du cœur.

» Quand on injecte la solution aqueuse qui provient de l'extrait éthéré ou chloroformique dont il a été question dans la première partie, on obtient la paralysie.

» Il résulte donc de l'ensemble de ces expériences que les graines d'*Erysimum aureum*, plante d'ornement de nos jardins, contiennent deux principes actifs : l'un de nature alcaloïdique qui provoque la paralysie; l'autre, un glucoside qui constitue un poison violent du cœur. »

ZOOLOGIE. — *La distribution des sexes dans les pontes de Pigeons*. Note de M. L. **Cuénot**, présentée par M. Alfred Giard.

« On sait qu'à chaque ponte les Pigeons domestiques et les Colombins exotiques donnent toujours deux œufs, qui éclosent en même temps; une tradition très ancienne, qui remonte au moins à Aristote, veut que ces deux œufs fournissent ordinairement, l'un un mâle, l'autre une femelle; c'est l'opinion courante parmi les éleveurs de Pigeons, et Darwin, Flourens, Reynaud, Fabre-Domergue, etc., l'acceptent comme démontrée ([1]).

» Reynaud (1898, p. 104). — L'expérience prouve que les Pigeons pondent à chaque couvée deux œufs donnant naissance l'un à un mâle, l'autre à une femelle. Je considère que la dérogation à cette règle empirique est tout à fait exceptionnelle.

» Fabre-Domergue (1898, p. 203). — Il se peut que les jeunes issus d'une même ponte aient été parfois et très exceptionnellement du même sexe, mais le contraire était la règle et la personne chargée de ces Oiseaux (*Streptopelia risoria* Swains.) considérait la différence des sexes dans une même ponte comme normale.

» Il est certain d'autre part que ce n'est pas une règle absolue, car on a signalé souvent des couvées qui comprenaient deux petits de même sexe, et il s'est même trouvé un éleveur qui, prenant le contre-pied de l'opinion reçue, prétend qu'il est assez rare que les deux jeunes soient de sexe différent.

» Harrison Weir, grand éleveur de Pigeons, cité par Darwin (1881, p. 272) rapporte qu'il a eu souvent deux femelles d'un même nid. Bailly-Maître, cité par Giard (1897), tout en admettant que la couvée est le plus généralement formée d'un mâle et d'une femelle, cite un couple de *mondains ordinaires* qui, trois fois de suite, a donné deux mâles à chaque couvée. De Brisay, cité par Giard, admet pour les Colombes exotiques qu'il peut y avoir des couvées unisexuées; il a eu un couple de *Pigeons satin* qui, pendant dix ans, sur une cinquantaine de petits, n'a donné que deux femelles, et des *Colombes diamant* qui, sur treize petits, ont fourni une grande majorité de femelles. Remy Saint-Loup (1898) a élevé un couple de Ramiers capturés dans un même nid; tous deux étaient mâles. Guyer ([2]) a disséqué dix-huit Pigeons,

---

([1]) On trouvera les indications bibliographiques relatives aux auteurs cités, dans mon Mémoire *Sur la détermination du sexe chez les animaux* (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XXXII, p. 462; 1899).

([2]) Guyer, *Ovarian structure in an abnormal Pigeon* (*Zoological Bulletin*, t. II, p. 211; 1899).

produits par des hybrides de *Streptopelia risoria* et de *Columba alba :* sept paires comprenaient mâle et femelle, une paire renfermait deux mâles, et une paire deux femelles. Thauziès, éleveur de Pigeons voyageurs, cité par H. de Varigny (1898), pense qu'il est assez rare que les deux jeunes soient de sexe différent; il mentionne en particulier sept pontes sur lesquelles il trouve cinq fois deux mâles, une fois deux femelles, et une fois seulement un mâle et une femelle; une paire de sujets ne lui a donné que des mâles durant trois ans consécutifs.

» Mais, en somme, quelles que soient les contradictions des observateurs cités plus haut, les uns et les autres admettent que le sexe des deux Pigeons d'une couvée n'est pas distribué au hasard, qu'il suit une certaine règle, phénomène dont on ne connaît pas d'autre exemple chez les Vertébrés.

» Pour élucider la question, j'ai examiné soixante-cinq pontes de Pigeons voyageurs (*Columba livia* Briss.) élevés dans mon laboratoire, en m'assurant avec grand soin que les œufs pondus provenaient bien de la même mère : j'ai trouvé 17 fois deux mâles, 14 fois deux femelles, et 34 fois les deux sexes. Or, le calcul des probabilités nous apprend que, si l'on jette 64 fois en l'air deux pièces de monnaie, il est probable que l'on aura 16 fois deux faces, 16 fois deux piles, et 32 fois une face et une pile, chiffres à peu près identiques à ceux que j'ai trouvés pour mes Pigeons.

» La comparaison avec les pièces de monnaie n'est pas tout à fait exacte; en effet, ces dernières ont autant de côtés pile que de côtés face, tandis que les Pigeons présentent normalement un excès de naissances masculines : ainsi les soixante-cinq pontes de Pigeons renfermaient 68 mâles et 62 femelles; en calculant sur ces bases, on trouve qu'il y a probabilité pour avoir 17,7 fois deux mâles, 14,7 fois deux femelles et 32,4 fois un mâle et une femelle. L'identité avec les chiffres expérimentaux est encore plus frappante.

» Il n'y a donc aucune loi de distribution des sexes dans les pontes de Pigeons, pas plus que dans les familles humaines ou les portées d'animaux domestiques, et il faut abandonner définitivement le préjugé de la bisexualité ordinaire des pontes.

» Une autre tradition attribue aux pontes bisexuées une particularité des plus curieuses : Aristote avait remarqué que c'était « le plus souvent le premier œuf pondu qui donne le mâle », et Flourens, en 1864, a confirmé le fait pour 11 pontes étudiées par lui; 11 fois de suite le premier œuf donna un mâle et le second une femelle. Jusqu'ici, personne que je sache n'a mis en doute l'assertion d'Aristote. A mon tour j'ai étudié 20 pontes

bisexuées, dans les conditions suivantes : les deux œufs, qui sont pondus à un ou deux jours d'intervalle, étaient dès leur apparition marqués d'un numéro sur la coquille; pour reconnaître le sexe, je disséquais les jeunes un ou deux jours avant qu'ils éclosent; j'étais donc bien sûr de ne pas me tromper, ni sur le sexe, facile à reconnaître par dissection, ni sur le numéro d'apparition de l'œuf. Or, sur les 30 pontes, le premier œuf dans 15 cas a donné un mâle, et dans les quinze autres a donné une femelle. Il y a donc autant de chances pour que la première naissance soit mâle que pour qu'elle soit femelle, exactement comme dans les familles humaines qui ont deux enfants, fille et garçon; et ce second préjugé du premier œuf mâle doit être abandonné comme celui de la bisexualité des pontes; le Pigeon ne présente absolument rien d'exceptionnel au point de vue du sexe. Comme il est extrêmement peu probable que Flourens soit tombé sur une malencontreuse série de 11 pontes bisexuées, et toutes à premier œuf mâle, il est à penser qu'il n'a pas fait l'expérience lui-même, et qu'il a été trompé par quelque subalterne.

» Enfin, j'ai profité de mon matériel pour déterminer la proportion normale des sexes chez le Pigeon voyageur; j'ai disséqué en tout 136 Pigeons nouveau-nés, qui m'ont fourni 73 mâles et 63 femelles, soit une proportion de 115,87 mâles pour 100 femelles. Il y a donc, dans les naissances, une notable hyperandrie, fait qui avait été également remarqué par Darwin pour les Pigeons adultes. On sait, du reste, que l'hyperandrie est très fréquente chez les Oiseaux sauvages ou domestiques (Faisans, Dindons, Canards, Passereaux, etc.); les Pigeons, malgré leur stricte monogamie, ne font pas exception à la règle. »

ZOOLOGIE. — *Contributions à l'étude des phénomènes de métamorphose chez les Diptères.* Note de M. C. VANEY, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans cette Note préliminaire, nous nous occupons surtout des phénomènes d'histolyse ches les Œstrides et les Chironomes.

» Les Œstrides n'ont jamais été étudiés au point de vue des phénomènes internes des métamorphoses; cela est dû en grande partie à ce que l'état de pupe est très difficile à se procurer. Le *Gastrophilus equi*, par exemple, a sa larve qui achève son développement fixée dans l'estomac du cheval et, au moment de la nymphose, soit de juillet à septembre, elle abandonne son hôte et est rejetée avec les excréments. Vu ces circon-

stances, il est très difficile de recueillir des exemplaires de pupes aux différentes périodes de la nymphose. Nous avons pu, durant cet été, élever artificiellement des larves et assister à tout le détail de leurs transformations.

» Les modifications externes, déjà vues en grande partie par Numan, Joly et Brauer, peuvent se diviser en un certain nombre de stades.

» Au début de la pupation, les stigmates postérieurs se rétractent, la coloration générale du tégument est jaunâtre et la tête reste mobile, mais les mandibules sont plus ou moins rétractées; puis la région postérieure du corps brunit à partir des stigmates postérieurs jusque sur les quatre derniers segments, la tête est encore bien distincte, mais n'est plus mobile. Le brunissement du tégument s'étend de plus en plus d'arrière en avant et devient bientôt complet; la région de la tête se modifie et les stigmates antérieurs font saillie. Le tégument devient opaque, noirâtre et se plisse surtout dans la région postérieure; il se détache alors facilement du corps de la pupe. Les larves entrées en nymphose au mois de juillet m'ont donné en août-septembre des adultes mâles et femelles. L'opercule, qui ne contient jamais les stigmates antérieurs, est détaché par l'action d'une vésicule céphalique qui peut être ou seulement frontale ou comprendre dans certains cas toute la tête.

» Nous avons pu suivre les battements du cœur pendant les premiers jours de la nymphose, nous n'avons constaté qu'un simple ralentissement de celui-ci.

» Les phénomènes internes sont très intéressants à cause de la beauté des éléments histologiques.

» Au début de la nymphose, les éléments figurés du sang, caractérisés par leur protoplasme réticulé, se multiplient très activement et viennent se localiser sur les trachées et l'hypoderme, quelques-uns sur les muscles. L'attaque de ces tissus par ces éléments, les phénomènes de phagocytose et la formation des *Kœrnchenkugeln* sont très nets et les plus beaux exemples nous sont donnés par l'histolyse des cellules trachéennes.

» Ces cellules, dont l'ensemble forme une masse rouge dont la coloration est due à de l'hémoglobine, sont des cellules adipeuses ayant perdu leur réserve de graisse et dans lesquelles se sont ramifiées des trachées; ces dernières semblent avoir conservé leur individualité même dans leurs plus fines ramifications. Ces cellules, décrites tour à tour par Scheiber, Enderlein et Prenant, sont de très grande taille, $0^{mm},1$ de diamètre. Dans une nymphe de quinze jours, on assiste très bien à la pénétration des *Kœrnchenkugeln* dans certaines de ces cellules, produisant des échancrures sur le bord des cellules trachéennes et restant toujours en contact avec le protoplasme de ces cellules; ces phagocytes se creusent dans ces cellules de véritables canaux dont ils occupent complètement la lumière, et cela dans des cellules trachéennes qui présentent encore leur aspect histologique normal soit au point de vue nucléaire soit au point de vue protoplasmique, car dans le protoplasme on voit encore les ramifications trachéennes.

» Les troncs trachéens, les muscles, l'hypoderme, le tube digestif présentent aussi ces phénomènes de phagocytose et rappellent les faits observés cher les Muscides par Kowalevsky et van Rees.

» Ainsi chez les Œstrides, comme chez les Muscides, la destruction des tissus a lieu par des phagocytes qui ne sont autre que les éléments figurés du sang, mais il ne peut en être de même chez certains Chironomes.

» Les larves des *Chironomus plumosus, dorsalis*, etc., sont ces larves rouges que l'on trouve si communément dans nos ruisseaux; chez elles, ainsi que l'a montré Cuénot (1), le liquide sanguin contient en dissolution de l'hémoglobine, mais aucun élément figuré; pourtant, dans leurs recherches, Kowalevsky et Miall et Hammond (2) ont montré qu'il y avait des *Kœrnchenkugeln*. Par quels éléments se fait la phagocytose?

» Wielowiejski (3) divise le tissu adipeux des larves de Chironomes en tissu externe et tissu interne tous les deux d'apparence lobée. Nous avons étudié avec détail toutes les parties de ce tissu adipeux. Dans la région abdominale de la larve, le tissu interne forme un réseau très lâche qui ne subit aucune modification durant la nymphose, le tissu externe est vésiculeux et les cellules ont un aspect jaunâtre indiqué par Cuénot et d'après lequel il présume que c'est là que se fait l'élaboration de l'hémoglobine. Dans la région thoracique, les cellules adipeuses internes ou externes sont identiques, formant des bandes à protoplasma jaunâtre, condensé, où il est difficile de préciser nettement la limite des cellules, mais on y distingue toujours de très petites vacuoles.

» Lors de la nymphose, la larve faiblement pourvue d'appareils respiratoires subit une mue et alors la pupe présente une paire de houppes trachéennes thoraciques. Les segments de cette pupe sont immobiles, sauf dans la région moyenne de l'abdomen; aussi la pupe se déplace-t-elle dans l'eau par flexion de cette région.

» L'examen des modifications durant la nymphose montre que le tissu adipeux dans la région thoracique et la région caudale se résout en cellules adipeuses individualisées, caractérisées par leur couleur jaunâtre et la présence de vacuoles; leur protoplasme est ponctué par des granules graisseux.

» Ces éléments sont les phagocytes; ils se placent sur les trachées et surtout sur les muscles thoraciques et caudaux, et nous avons pu, sur nos préparations, suivre leur action sur les muscles qui, histologiquement, ne semblent pas modifiés, et les voir se charger de plus en plus de granules graisseux.

» Quant aux muscles de la région abdominale moyenne qui sont encore actifs, ils ne sont nullement attaqués par ces éléments et dans leur voisinage les cellules adipeuses ne se modifient pas.

---

(1) Cuénot, *Le sang chez les Invertébrés* (*Arch. de Zool. expér.*, 1891).

(2) Miall et Hammond, *The development of the head of the Imago of Chironomus* (*Trans. of the Linn. Soc.*, 1892).

(3) Wielowiejski, *Ueber das Blutgewebe der Insekten* (*Zeitsch. f. wiss. Zool.*, 1886).

» Vers la fin de la nymphose beaucoup de ces phagocytes se placent sous l'hypoderme larvaire, qui, dans la plupart des cas, se maintient, et constituent un tissu sous-hypodermique ou bien ils s'assemblent pour donner le tissu adipeux de l'adulte.

» Les glandes salivaires, si curieuses au point de vue histologique, semblent dégénérer en dehors de l'action phagocytaire; leur protoplasme se creuse d'un grand nombre de vacuoles à contenu graisseux, et ce n'est que secondairement qu'apparaissent les phagocytes.

» Au mois de septembre nous avons eu des larves qui se sont transformées en adultes en deux jours; chez celles-ci les phénomènes de phagocytose ont été incomplets durant la nymphose et l'on trouve chez les adultes des cellules des glandes salivaires isolées et vésiculeuses commençant à être attaquées par les phagocytes, et aussi des débris de muscles thoraciques dans le tissu adipeux.

» Dans un prochain Mémoire nous nous occuperons de l'étude critique et détaillée de ces faits et des phénomènes de nymphose chez d'autres Tipulides et Muscides. »

ZOOLOGIE. — *La reproduction sexuée chez les Ophryocystis.* Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Alfred Giard.

« J'ai montré, dans une Note précédente, les affinités étroites qui relient les *Schizocystis* aux *Ophryocystis* et les caractères communs qui permettent de rattacher ces deux genres aux Grégarines. L'étude de la reproduction sexuée chez les *Ophryocystis* affirme encore ces relations, en même temps qu'elle met en lumière un des plus beaux exemples d'isogamie qu'on puisse rencontrer dans la série zoologique.

» J'ai suivi ce processus sur plusieurs espèces nouvelles d'*Ophryocystis* que je vais seulement signaler ici réservant leur description pour un prochain Mémoire : *O. Hagenmulleri* n. sp. de l'*Olocrates gibbus* Fab., *O. Mesnili* n. sp. du *Tenebrio molitor* L., *O. Caulleryi* n. sp. du *Scaurus tristis* Ol. ainsi que sur *O. Schneideri* Lég. et Hagen. du *Blaps magica* Erichs. Chez toutes ces espèces, il présente une assez grande uniformité et concorde avec les faits observés par A. Schneider chez *O. Butschlii* Schn., c'est-à-dire multiplication des noyaux dans chaque gamète et conjugaison de deux d'entre eux pour donner le noyau du sporocyste.

» J'ajouterai quelques détails à ces premières observations, en prenant comme type *O. Mesnili* et *O. Hagenmulleri*, chez lesquels j'ai observé fréquemment la schizogonie.

» Les individus qui vont se conjuguer sont faciles à distinguer des schizontes par

leur forme arrondie et les caractères de leur cytoplasma et de leur noyau. Leur cytoplasma aréolaire montre une grande affinité pour l'orange, tandis que celui des schizontes retient fortement l'hématoxyline. (La même particularité existe chez *Schizocystis*.) Ils s'accolent étroitement deux à deux pour former un kyste ovoïde avec une cloison équatoriale constituée par le plan d'accolement. Dans chaque gamète, le noyau, primitivement sphérique avec sa chromatine condensée en un gros grain central, perd sa paroi et devient rameux. Sa chromatine se montre alors sous forme d'un peloton irrégulier qui se divise en plusieurs petits corps chromatiques secondaires visibles dans le suc nucléaire fortement coloré. Puis le noyau se divise, mais sans qu'on puisse reconnaître nettement une mitose typique. Les corps chromatiques se partagent en deux groupes aplatis qui s'écartent l'un de l'autre, en suivant ordinairement une direction perpendiculaire au grand axe du kyste. D'abord reliés par le suc nucléaire, ils s'éloignent de plus en plus jusqu'à se séparer complètement, pour former deux noyaux filles qui se portent latéralement sur le côté de chaque gamète. L'un de ces noyaux est appelé à dégénérer. Sa chromatine se rassemble en un amas autour duquel le protoplasma se creuse d'une vacuole. Dans cette vacuole, on voit fréquemment l'amas chromatique se diviser de nouveau en deux petits groupes dont la disposition affecte l'apparence de mitoses; mais cette évolution n'est jamais poussée plus loin, car cette disposition persiste dans le reliquat kystal, longtemps même après la formation du sporocyste. Quant à l'autre noyau, il subit une nouvelle division ayant pour résultat d'éliminer encore une certaine quantité de chromatine, bientôt englobée dans une vacuole au sein de laquelle elle reste longtemps visible sous forme d'un amas granuleux.

» La réduction terminée, le pronucleus restant, dans lequel on peut compter difficilement quatre petits corps chromatiques au milieu d'un suc nucléaire vivement coloré, gagne à peu près le centre du gamète. Autour de lui se condense un amas sphérique de protoplasma formatif qui se distingue du protoplasma résiduel cantonné au pôle, par son affinité plus grande pour les colorants basiques. Ainsi se forme un sporoblaste.

» Les mêmes phénomènes se déroulent à peu près simultanément dans l'autre gamète, et les deux sporoblastes marchent l'un vers l'autre, leur noyau placé superficiellement et tourné vers la cloison du kyste avec laquelle ils arrivent bientôt en contact. A ce moment, celle-ci se résorbe et les deux sporoblastes fusionnent intimement leur noyau et leur protoplasma pour former un sporocyste unique ovoïde. Dans celui-ci se voit le noyau de conjugaison, dont les corps chromatiques ne tardent pas à s'agglomérer en un gros corps central. Enfin une paroi apparaît qui isole définitivement le sporocyste du protoplasma résiduel, visible dans chaque gamète, sous la forme d'une calotte polaire dans laquelle on distingue longtemps encore les grains chromatiques de réduction.

» Le développement ultérieur du sporocyste est absolument identique à celui des Grégarines, et aboutit, après trois divisions successives du noyau de conjugaison, à la formation de huit sporozoïtes.

» Parfois il arrive, comme chez *O. Butschlii*, que la cloison du kyste ne se résorbe pas. Chaque sporoblaste donne alors un sporocyste parthénogénétique et le kyste mûr renferme aussi deux sporocystes. Mais ceux-ci sont toujours plus petits que le sporocyste unique résultant du processus sexué. Plus rarement, un seul sporocyste se forme

dans l'un des gamètes, l'autre restant stérile sans doute à cause du retard apporté dans les phénomènes de réduction de son noyau.

» Le fait que chaque gamète peut, sans fécondation, donner néanmoins naissance à un microsporocyste parthénogénétique montre que, suivant l'expression de Giard, les deux gamètes ont potentiellement la même valeur et qu'il y a isogamie parfaite. Il porte, en outre, à penser que, chez les Grégarines qui montrent des micro et des macrosporocystes, ces derniers résultent d'une conjugaison des sporoblastes, tandis que les premiers sont parthénogénétiques et proviennent directement de la transformation de sporoblastes qui ne se sont pas conjugués.

» En dehors de l'intérêt qui s'attache à la connaissance de cette conjugaison isogamique typique, on voit, par ces observations, que l'*Ophryocystis* présente une sporogonie tout à fait comparable à celle des Grégarines, puisque son sporocyste unique résulte de la conjugaison de deux sporoblastes dont le noyau a préalablement subi une division réductrice. Il est donc permis de considérer l'*Ophryocystis* comme une Schizogrégarine caractérisée par sa taille exiguë et sa forme spéciale dues à son habitat particulier et par son kyste monosporocysté.

» La connaissance de l'évolution de l'*Ophryocystis* me paraît, en outre, jeter quelque lumière sur la phylogénie des *Sporozoaires Ectosporés* (Metchnikoff) ou *Télosporidies* de Schaudinn. Mesnil (¹) pense que ces Sporozoaires tirent leur origine d'une Grégarine monocystidée intestinale primitive qui aurait donné, d'une part, les Grégarines polycystidées et cœlomiques actuelles et, d'autre part, les Coccidies par exagération du parasitisme intracellulaire, multiplication des germes asexués, diminution du nombre des sporocystes et passage de l'isogamie à l'hétérogamie. Une telle manière de voir me paraît bien plus solidement assise et simplifiée si l'on considère l'*Ophryocystis* ou une forme schizogonique analogue comme l'ancêtre des Ectosporés : de cette forme schizogonique simple sont dérivés, d'une part, *Schizocystis* et les *Eugrégarines* par une condensation ontogénique progressive (la schizogonie n'étant plus représentée chez ces dernières que par la formation de sporoblastes nombreux dans chaque Grégarine conjuguée), et, d'autre part, les *Coccidies* par adaptation complète au parasitisme intracellulaire (stade Eimerien) et l'apparition d'une différenciation sexuelle pour assurer la fécondation. »

(¹) F. Mesnil, *Essai sur la classification et l'origine des Sporozoaires* (*Cinquantenaire de la Société de Biologie,* décembre 1899).

BOTANIQUE. — *Sur le parasitisme du* Ximenia americana *L.* Note de M. **Edouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une précédente Communication dont le sujet a été développé et accompagné de figures dans la *Revue générale de Botanique* (t. XI, p. 401; 1899), j'ai fait connaître le singulier phénomène qui accompagne la germination des graines de *Ximenia americana* L. et qui est surtout caractérisé par la transformation des deux premières feuilles en écailles radiciformes pénétrant par géotropisme positif dans la graine entre les cotylédons inclus auxquels elles s'accolent définitivement.

» En outre, j'ai montré que les racines sont garnies de suçoirs absolument semblables à ceux des *Thesium,* ce qui rapproche physiologiquement le groupe des Olacinées (auquel appartient le genre *Ximenia*) de celui des Santalacées; enfin, j'ai découvert encore que ces suçoirs, à défaut de toute autre plante dans le voisinage ou dans le même pot, s'appliquent sur la plante elle-même (racines, tige ou même graine), fait d'autoparasitisme qui a été depuis longtemps reconnu par J.-E. Planchon (1856) dans l'*Osyris alba L.* Les affinités morphologiques et physiologiques sont donc mieux établies avec les Santalacées depuis ces observations.

» Mais quelques nouvelles expériences sur ce parasitisme des *Ximenia* m'ont démontré que cette plante, ubiquiste dans les régions tropicales, ne fixe pas indifféremment ses suçoirs sur toutes les plantes au voisinage desquelles on la place en serre chaude. Des graines fraîches de *Ximenia americana* provenant des environs de Libreville (Gabon, Congo français) ont été semées en fin décembre 1898 dans des pots renfermant diverses plantes exotiques les plus communes des régions chaudes, un même pot ne renfermant du reste que la même espèce; ce sont : *Tamarindus indica* L., *Erythroxylon coca* Lam., *Chavica officinarum* Mig., *Hura crepitans* L. et *Ficus laurifolia* Hort.

» Voici les résultats de ces expériences après deux années de semis et plein développement des pieds de *Ximenia* :

» 1° Auprès de *Tamarindus indica,* pas de formation de suçoirs ni de nodosités; la plante était malvenue et paraissait souffrir;

» 2° Auprès d'*Erythroxylon coca,* pas de formation de suçoirs ni de nodosités; les pieds sont cependant en bon état;

» 3° Auprès de *Chavica officinarum,* un pied de *Ximenia* a formé de nombreux

suçoirs aux extrémités des radicelles, et, sur les mêmes extrémités, des nodosités nombreuses, petites : quelques suçoirs se sont fixés sur les radicelles de *Chavica officinarum* et les entourent complètement;

» 4° Auprès de *Hura crepitans*, deux pieds de *Ximenia* malvenus et chlorosés ont leurs racines pourvues à leurs extrémités de quelques suçoirs avortés ou peu développés, mais reconnaissables dans les deux cas, et qui ne se sont pas fixés sur la plante voisine; pas de nodosités;

» 5° Auprès de *Ficus laurifolia*, deux pieds de *Ximenia* en bon état ont donné des nodosités et des suçoirs et ces derniers organes ne se sont pas fixés sur la plante voisine, quoiqu'ils fussent bien développés.

» Il résulte de cette première série d'expériences : 1° qu'une seule espèce parmi les cinq mises en cause a donné lieu à une manifestation évidente de parasitisme de la part du *Ximenia* bien que, dans tous les cas, les racines des deux espèces mises en présence fussent enchevêtrées étroitement dans le même pot; 2° que, partout ailleurs, les suçoirs tantôt se sont formés sur les racines de *Ximenia* sans se fixer sur la plante à parasiter, tantôt ne se sont pas formés du tout.

» Dans ce dernier cas, le développement normal des *Ximenia* a semblé étroitement lié à la formation de nodosités ou tubercules qui paraissent jouer un rôle dans la nutrition de la plante parasite : ce rôle est à éclaircir comme la nature de ces tubercules qu'on pourrait rapprocher de celle des tubercules de Légumineuses.

» Dans la même famille des Olacinées, les auteurs placent le plus souvent le *Coula edulis* Baillon, du Congo. J'ai pu examiner des racines récentes de ce végétal, et dans aucun cas je n'y ai trouvé ni suçoirs, ni nodosités; cependant ces racines provenaient de sujets végétant dans leur patrie et avaient été arrachées avec soin. Cette espèce n'est donc pas parasite. Ce caractère négatif, joint à celui qu'a fait valoir M. Van Tieghem dans une étude complète de ce végétal (*Journal de Botanique :* Étude sur les *Coulacées* 1898), de la présence de canaux sécréteurs qui n'existent pas dans les Olacinées en général, justifie amplement la création d'une section supérieure sous le nom de Coulacées admise par ce savant. Le genre *Ongokea* du Congo, créé par M. Pierre pour son *Ongokea Klaineana,* paraît être aussi exempt de parasitisme, mais il n'a pas de canaux sécréteurs comme le genre *Coula*. La famille des Olacinées, telle qu'elle est constituée aujourd'hui, semble donc manquer absolument d'homogénéité et demander une revision sérieuse. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les projectiles gazeux des canons proposés pour prévenir la formation de la grêle.* Note de MM. G. GASTINE et V. VERMOREL, présentée par M. Mascart.

« Organisée depuis quelques années en Autriche, dans le Tyrol et en Styrie, où elle a pris naissance, la pratique des tirs contre la grêle s'est largement répandue dans plusieurs provinces de l'Italie. Plus récemment, elle a conquis en France de fervents adeptes, particulièrement dans les localités du Beaujolais qui sont chaque année ravagées par ce fléau. Les résultats obtenus paraissent en général favorables, du moins lorsque l'organisation des tirs embrasse des surfaces de vignobles étendues et contiguës. Cependant l'efficacité de cette méthode de défense est loin d'être démontrée.

» Les opinions, flottantes quant à l'efficacité des tirs, ne le sont pas moins lorsqu'il s'agit de préciser leur mode d'action. On attribue les modifications qui préviendraient les chutes de grêle en provoquant la condensation des nuées, soit aux ébranlements de l'air causés par les détonations, soit à l'existence d'un projectile gazeux lancé par le canon et qui atteindrait le niveau des nuées origines ou causes de la grêle, soit à l'anneau ou tore tourbillonnaire qui apparaît souvent dans le tir et qui semble condenser une part importante de l'énergie mise en liberté par l'explosion de la poudre.

» En présence de ces manières de voir si diverses, nous nous sommes proposé d'étudier expérimentalement les effets balistiques des canons à grêle.

» Pour déterminer la nature du projectile, nous avons employé des écrans analyseurs, c'est-à-dire des cibles susceptibles de conserver la trace des projectiles qui les ont traversées. Ces écrans se composent d'un cadre carré en bois de 4^{m} à 5^{m} de côté, renforcé dans les angles par des croisillons. Sur la face antérieure de ce cadre sont tendus, tous les 10^{cm}, dans le sens horizontal et vertical, des fils de fer de 2^{mm} de diamètre ou un grillage à mailles plus petites. Sur ce réseau nous appliquons des feuilles minces de papier soigneusement encollées de manière qu'elles se rejoignent en emprisonnant les mailles qui leur servent de support. Pour rendre plus perméables les écrans élémentaires constitués par chacune de ces mailles, un petit trou triangulaire ou carré est en dernier lieu percé dans leur centre.

» Lorsqu'à 60^{m} ou 80^{m} de distance on tire horizontalement sur une de ces cibles avec un canon du format habituel (type syndical chargé de 100^{gr} de poudre de mine), on provoque dans la cible une déchirure en forme d'anneau qui mesure environ 2^{m}

de diamètre et 20^{cm} d'épaisseur. Un canon d'expérience de très petit format, puisqu'il n'admet que 3^{gr} à 4^{gr} de poudre de chasse comme chargement, développe un trou qui, à 6^{m} de distance, perce la cible exactement de la même manière que les canons du format usuel. La déchirure, parfaitement annulaire, mesure 45^{cm} de diamètre. La partie de l'écran qui reste intacte au centre de cet arrachement mesure 25^{cm}, ce qui implique pour le tore une épaisseur d'environ 10^{cm}.

» L'hypothèse d'un projectile central primaire, qui précéderait le tourbillon annulaire, est donc contredite par ces expériences.

» Au contraire, le tourbillon annulaire, quoique constitué par une masse gazeuse, montre les propriétés d'inertie bien connues du gyrostat. C'est un véritable appareil gyrostatique et aucune forme de projectile gazeux n'est apparemment aussi apte que celle-ci à la progression. Le tourbillon annulaire roule extérieurement dans le milieu qu'il traverse et dont il repousse et écarte devant lui les couches homogènes. Par succion il entraîne en arrière une petite fraction de ces couches primitivement refoulées.

» Le papier qui garnit les écrans est, au contact du tore, arraché par lambeaux minuscules, comme s'il était transpercé par un projectile solide. Les sommités des branches, les feuilles des arbres, subissent au passage du tore les mêmes déchirements instantanés et le sol est couvert de leurs débris. Cette violence rappelle les effets des trombes, formées aussi de mouvements tourbillonnaires doués d'une grande énergie destructive.

» Cependant le projectile annulaire est facilement dévié par des obstacles matériels même assez écartés de sa route, tels que des bâtiments, des massifs d'arbres, le sol, ce qui rend très aléatoire la précision du tir, même pour les courtes distances de moins de 100^{m}. Dans le tir vertical, on le voit, le tore est emporté dans la direction du vent. Aussi convient-il, pour des expériences de tir horizontal, de choisir un champ bien découvert et de placer le canon sur un affût élevé de 4^{m} au moins en relevant proportionnellement la cible.

» Les obstacles voisins de l'axe du tir retardent la progression du tore en augmentant sans doute la résistance des couches d'air qu'il traverse. Si le retard est inégal par la dissymétrie de ces obstacles, l'anneau prend une direction curviligne et on le voit souvent, dans ces conditions, frapper à angle droit de la direction du tir. Aussitôt, en effet, que l'un des bords de l'anneau touche un obstacle, l'anneau tout entier tourne et vient s'écraser normalement sur cet obstacle, montrant ainsi sa résistance à une rupture partielle. Si le tore frappe un fil de fer, ce dernier reçoit un choc

des plus énergiques, sans que l'anneau soit le plus souvent rompu, et l'on remarque que le fil de fer préalablement tendu est complètement relâché et allongé. Les haubans en fil de fer qui maintiennent verticalement nos cibles ont dû être maintes fois resserrés à la suite de pareils chocs dont leur surface minime semblait devoir les préserver.

» L'anneau frappe assez souvent le sol en soulevant une masse de poussières. On observe alors que le sifflement qui caractérise sa progression cesse aussitôt, de même que lorsqu'il frappe tout autre obstacle. Cette observation montre bien qu'il n'existe pas d'autre projectile que le tore annulaire et que c'est à lui seul que l'on doit rapporter le sifflement des canons à grêle.

» Souvent, si le tir s'effectue horizontalement mais avec une légère pente en hauteur, le tore est relevé; il passe au-dessus des cibles et saute même par-dessus des bâtiments qui pourraient l'arrêter. On suit nettement son trajet dévié par le sifflement qui signale son passage. Au voisinage des cibles on peut aussi voir très bien l'arrivée du tore et l'éviter, ce qui implique une vitesse de translation assez faible. Dans le tir vertical l'anneau tourbillonnaire se détache en blanc sur le fond bleu du ciel en présentant, lorsqu'il est vivement éclairé par le soleil, des striations soyeuses avec des zones alternativement brillantes et sombres.

» A la Station viticole de Villefranche, M. Grandvoinnet a photographié avec plein succès le tore de grandes dimensions, environ 3^{m} de diamètre, que forme un canon très puissant d'expérience construit par l'un de nous et qui admet une charge de 1^{kg} de poudre de mine. C'est, sans doute, actuellement le modèle le plus grand qui existe comme canon à grêle. Nous avons plusieurs fois obtenu des clichés du tore de ce canon en opérant avec des poses de $\frac{1}{80}$ à $\frac{1}{90}$ de seconde. Certains de ces clichés montrent le tore, lorsqu'il est à peu de distance de la bouche à feu, encore entouré au dedans et au dehors de parcelles de poudre en ignition. Dans ces épreuves on ne peut remarquer aucune trace d'un projectile autre que le tore. Le même canon a fourni un tore dont l'ascension a été enregistrée à l'aide du cinématographe de MM. Lumière. La bande pelliculaire obtenue renferme plus de soixante images du projectile annulaire prises à $\frac{1}{17}$ de seconde les unes des autres, dont cinquante-cinq sont nettement distinctes et mesurables, la première ayant 13^{mm} de diamètre et la cinquante-cinquième $1^{mm},3$. Avec cet engin puissant le sifflement de l'anneau peut être noté durant vingt-cinq à vingt-six secondes, tandis que les paragrêles ordinaires ne sifflent que pendant douze à treize secondes. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 novembre 1900.

Les invasions paléolithiques dans l'Europe occidentale. — Les origines de l'Art en France, par le Dr Paul Girod. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.) (Présenté par M. Gaudry pour le prix Jérôme Ponti.)

Calendrier grégorien et réforme grégorienne. Détermination de la date de la pleine lune pascale, et, par suite, de la fête de Pâques, par H. Meilheurat. Paris, Gauthier-Villars, 1900. (Hommage de l'Auteur.)

A la conquête du Ciel! Contributions astronomiques de F.-C. de Nasicus, en quinze Livres. Livre I, 2e partie, fasc. 1. Nantes, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Conservatoire national des Arts et Métiers. Cours publics et gratuits de Sciences appliquées aux Arts, année 1900-1901. Paris, Imprimerie Nationale, 1900; 1 feuille, pet. in-f°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, publié sous la direction du Conseil d'administration. 3e série, t. XIV, 3e livraison (2e partie), 1900; *Congrès international des Mines et de la Métallurgie.* Saint-Étienne; 1 vol. in-8° et 1 fasc. in-f°.

Annales de la Société d'Émulation du département des Vosges, LXXVIe année, 1900. Épinal-Paris, 1900; 1 vol. in-8°.

Mikołaj Kopernik. *Cześć pierwsza : studya nad pracami Kopernika oraz materyały biograficzne,* opracował i zebrał Ludwik Antoni Birkenmajer. W Krakowie, Skład główny w Ksiegarni Spółki Wydawniczej polskiej.

W drukarni C. K. Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego. Cracovie, 1900; 1 vol. in-4°. (Envoi de l'Académie des Sciences de Cracovie.)

Total solar eclipse of 1901, may 17-18. *Informations for observing parties and climatological conditions along the track of the Moon's shadow.* Batavia, 1900; 1 fasc. in-8°.

Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, Série II, t. IV, 1re livraison. La Haye, Martinus Nijhoff, 1900; 1 fasc. in-8°.

El Pensamiento Latino, ano I, Núm 1, 2. Santiago de Chile, 1900; 2 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 NOVEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'apparition prochaine des Léonides et leur observation aérostatique.* Note de M. **J. Janssen**.

« Je pense que l'Académie apprendra avec intérêt que des mesures ont été prises pour l'observation aérostatique des Léonides.

» Indépendamment des observations qui auront lieu à l'observatoire de Meudon principalement par les soins de M. Deslandres, nous avons concerté avec l'Aéro-Club, pour les nuits des 13-14, 14-15, 15-16 novembre, des ascensions de ballons montés qui s'élèveront aux hauteurs nécessaires pour dominer les nuages ou brumes, s'il s'en produisait, et assurer ainsi l'observation dans tous les cas.

» Ces ballons partiront de la terrasse des Tuileries voisine de la place de la Concorde.

» Le ballon de la nuit du 13-14 sera monté par M. le comte Castillon de Saint-Victor comme conducteur du ballon et par M. Tikhoff, élève de l'observatoire de Meudon, comme observateur, et M. Sénouque comme secrétaire.

» Le ballon suivant sera monté par MM. Jacques Faure comme aéronaute et M. Hansky observateur.

» Enfin, le troisième ballon sera placé sous la conduite de M. le comte de La Vaulx et aura comme observateurs Mlle Klumpke et M. de Fonvielle.

» Nous avons pris les mesures pour assurer la connaissance des hauteurs atteintes et de la marche suivie; cette dernière est obtenue, comme précédemment, par l'emploi de cartes postales jetées en cours de route à des moments déterminés, cartes qui nous sont retournées par les personnes qui les trouvent et sont priées d'indiquer exactement le lieu où elles les ont ramassées.

» Bien que les observateurs aient peu de chance d'assister cette fois à une manifestation abondante de météores, il y a néanmoins un très grand intérêt, pour la connaissance des résultats des perturbations éprouvées par l'essaim, à constater d'une manière certaine et sans lacunes sur le parcours du phénomène l'importance de la manifestation de cette année.

» Je dois remercier ici l'administration des Beaux-Arts et celle du Jardin des Tuileries pour le concours très empressé et très bienveillant qu'elles nous ont prêté en cette circonstance. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les conditions de mise en activité chimique de l'électricité silencieuse*, par M. **Berthelot**.

« Je me propose de rapprocher les faits que j'ai observés, les uns récemment, d'autres il y a quelques années, dans l'étude des réactions chimiques provoquées par l'électricité silencieuse, c'est-à-dire opérant sans décharges explosives, dans trois ordres de conditions en apparence très différentes, telles que :

» 1° L'effluve, développée dans une couche gazeuse placée entre deux surfaces de corps diélectriques, et influencée de part et d'autre, soit par les variations de potentiel que déterminent les décharges d'un appareil

d'induction, ou d'une machine électrique, soit par la différence constante de potentiel des deux pôles d'une pile à circuit non fermé;

» 2° L'électricité atmosphérique, telle qu'elle existe à l'état normal, en dehors des orages et de leurs manifestations explosives; c'est-à-dire les différences de potentiel qui existent, soit entre les différentes couches d'air, soit entre une couche d'air et les corps situés à la surface de la terre;

» 3° L'électricité développée par une inégalité de température, ou par des réactions chimiques, donnant lieu à des différences de potentiel électrique dans les différentes régions d'un système gazeux, constitué soit par un gaz unique, soit par un mélange, ou bien encore entre ce système gazeux et les corps liquides ou solides en contact avec lui, par exemple dans l'appareil désigné sous le nom de *tube chaud et froid*.

» L'assimilation de ces trois ordres de conditions implique la *formation nécessaire des mêmes composés*, toutes les fois que leurs éléments sont traités d'une façon pareille; elle est justifiée, dans les trois cas, comme il va être dit, par la formation de l'ozone et la fixation de l'azote. Je parle ici de faits positifs et constatés, et non de spéculations purement théoriques.

» Ces faits précisent la mise en œuvre chimique de l'électricité atmosphérique silencieuse et ils me paraissent de nature à modifier profondément les interprétations données jusqu'ici de diverses observations relatives aux dissociations et à la prétendue production à haute température de divers corps endothermiques et qui demeurent tels à toute température.

» Les réactions que je vais rappeler sont : la formation de l'ozone par l'oxygène ordinaire, la polymérisation de l'acétylène et sa production aux dépens des carbures plus riches en hydrogène; l'union directe de l'azote libre avec l'oxygène, ou avec les composés hydrocarbonés; la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène, l'azote, et les décompositions inverses; la dissociation de l'acide carbonique en oxydes de carbone et oxygène, etc.

» Les unes de ces réactions, envisagées au point de vue purement chimique, sont endothermiques (ozone, régénération d'acétylène par les autres carbures; décomposition de l'eau, de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, synthèse de l'azotite d'ammoniaque); mais l'énergie consommée dans leur accomplissement est fournie par l'électricité de l'effluve. Les autres sont exothermiques (polymérisation de l'acétylène, formation de l'eau, de l'ammoniaque, de l'acide azotique hydraté par les éléments, etc.); l'énergie mise en jeu dans leur formation, même électrique, peut donc être fournie par leurs éléments, tandis que l'électricité joue seulement le rôle

de simple déterminant. Malgré cette opposition, les formations électriques des deux catégories ont lieu dans des conditions analogues.

» Rappelons enfin que les faits qui vont être exposés sont surtout relatifs à la grandeur du *travail préliminaire*, exigé pour que les réactions commencent à s'accomplir sous l'influence de l'effluve électrique. En général, un tel travail est nécessaire lorsque les réactions chimiques sont provoquées par une élévation de température ([1]), ou bien par une force électromotrice déterminant l'électrolyse ([2]); il se retrouve également dans les phénomènes provoqués par l'électricité silencieuse, agissant sans qu'il y ait ni décharge explosive, ni courant électrique proprement dit. C'est la grandeur relative de ce travail préliminaire qui va me permettre de comparer les actions chimiques provoquées par l'effluve des laboratoires, avec les mêmes réactions provoquées par l'électricité atmosphérique, ainsi qu'avec ces mêmes réactions provoquées par les différences de potentiel électrique, qui résultent de l'inégalité de température entre les différentes régions d'un même système gazeux.

I. — Effluve proprement dite (appareils de laboratoire).

» 1. Certaines réactions chimiques ont lieu sous l'influence des tensions électriques les plus faibles : telles sont, par exemple, les réactions qui se produisent au sein d'une couche gazeuse, sous la pression atmosphérique, cette couche étant comprise entre deux lames de verre, dont les surfaces extérieures sont maintenues à une différence de potentiel de 7 volts ; différence déterminée entre les deux pôles d'une pile de 5 éléments Leclanché, *à circuit non fermé*. Une telle condition suffit, d'après mes expériences, pour produire la fixation de l'azote libre sur les hydrates de carbone, ainsi que la transformation de l'oxygène en ozone ([3]). Ces actions ne transforment d'ailleurs un poids notable de matière qu'au bout d'un temps plus ou moins considérable, comme on devait s'y attendre, en raison de la dose minime d'énergie électrique mise en jeu.

» Notons encore que la formation de l'ozone répond uniquement à une

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 6.
([2]) *Ann. de Phys. et de Chim.*, 5e série, t. XXVII, p. 89.
([3]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 371 et 383.

chute de potentiel; le signe même, positif ou négatif, de l'électricité dont l'écoulement détermine cette formation ayant peu d'importance, aussi bien que les alternances de ce signe ([1]).

» La polymérisation de l'acétylène par l'effluve (produisant du styrolène et analogues) commence aussi à des tensions qui ne sont pas très considérables, sans avoir été définies avec autant de précision que les précédentes.

» 2. L'union de l'azote avec l'hydrogène, pour former l'ammoniaque; l'union de l'azote avec l'oxygène, sec ou humide, pour former les acides azotique, azoteux et le peroxyde d'azote, n'ont pas lieu sous de très faibles tensions, ainsi que je l'ai reconnu en 1877 ([2]). C'est là une circonstance fort importante pour la préparation de l'ozone : aussi l'industrie a-t-elle tiré parti de cette observation pour obtenir l'ozone exempt de vapeurs azotiques; tandis que l'ozone en est souillé, lorsqu'on a recours aux fortes tensions, et *a fortiori* aux étincelles électriques, pour le préparer au moyen de l'air atmosphérique.

» La formation simultanée de l'acétylène et de l'hydrogène libre, aux dépens des autres carbures d'hydrogène, n'a pas lieu non plus avec de faibles tensions, et il en est de même de la décomposition de l'acide carbonique, avec régénération d'oxygène.

» Au contraire, toutes les réactions que je viens d'énumérer ont lieu lorsque l'on fait intervenir l'effluve produite avec le concours d'une bobine de Ruhmkorff de 50^{cm}, alimentée par 6 à 8 éléments Bunsen.

» 3. J'ai reconnu que la fixation de l'azote libre par les éléments de l'eau, pour former l'azotite d'ammoniaque, exige des tensions plus fortes encore que la formation de l'acide azotique.

» Il convient de rappeler les expériences où j'ai réalisé la fixation de l'azote sur les divers groupes de composés organiques : elle a lieu avec des facilités et une promptitude qui varient suivant les groupes. Mais il suffit de signaler le fait d'une manière générale.

» Poursuivons ces indications, destinées à définir les travaux préliminaires mis en jeu dans les différentes actions chimiques de l'effluve.

» 4. L'union de l'hydrogène et de l'oxygène libres, pour constituer l'eau, exige des tensions notablement plus considérables que la fixation de l'azote

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 369.
([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 448.

sur l'oxygène, ou sur l'hydrogène, ou sur les éléments de l'eau. En effet, en se bornant aux limites de tensions définies plus haut, on peut maintenir l'effluve pendant dix ou douze heures, sans obtenir la combinaison précédente. C'est seulement en réalisant des tensions plus fortes, susceptibles de produire la pluie de feu, que M. Maquenne a observé cette union progressive de l'hydrogène avec l'oxygène.

» 5. Enfin la décomposition de l'eau en ses éléments n'a lieu que sous des tensions surpassant toutes les précédentes et qui se confondent presque avec celles des étincelles proprement dites.

» En exposant les faits précédents, j'ai tâché d'établir une sorte d'échelle des tensions, c'est-à-dire, je le répète, des travaux préliminaires qui déterminent les différentes réactions chimiques accomplies par l'effluve : mon but était de fournir des données propres à comparer les réactions du laboratoire avec celles qui s'accomplissent sous l'influence de l'électricité atmosphérique, et de montrer l'étroit parallélisme qui existe entre les deux ordres d'actions électrochimiques.

II. — Électricité atmosphérique silencieuse.

» Rappelons d'abord les limites entre lesquelles varie la tension de l'électricité atmosphérique silencieuse : elles sont comprises entre un potentiel nul et un potentiel susceptible de s'élever à plusieurs dizaines de milliers de volts (¹), avant qu'il devienne assez grand pour produire les manifestations éclatantes de la foudre et des éclairs.

» Je citerai seulement les chiffres suivants, que j'ai mesurés à l'aide de l'électromètre Thomson-Mascart, au sommet d'une tour de 28^m, à la station de Chimie végétale de Meudon. J'y ai exécuté, au cours de mes recherches sur la fixation de l'azote par la terre végétale, des déterminations régulières de ce genre, entre le mois d'avril et le mois d'octobre 1885 (²).

» Le potentiel a oscillé entre des valeurs moyennes comprises de 600 à 800 volts, par des temps sereins. La chute de la moindre pluie portait ce potentiel vers 12000 à 15000 volts, et au delà, tensions auxquelles on

(¹) La quantité même d'électricité mise en jeu sur un point donné pouvant être peu considérable d'ailleurs.

(²) *Chimie végétale et agricole*, t. I, p. 6 et 45.

observait de petites étincelles dans l'électromètre. Le potentiel de l'air est, comme on sait, à peu près proportionnel à l'altitude au-dessus du sol de la couche atmosphérique étudiée; ce qui donne 20 à 30 volts par mètre en temps serein. On aurait même 400 à 500 volts et plus en temps de pluie, si la condition de l'air traversé par la pluie pouvait être assimilée à celle de l'air sans pluie, ce que je ne prétends pas d'ailleurs. En tout cas, il est fort élevé dans cette condition.

» Quoi qu'il en soit, ces chiffres donnent une idée de la différence de potentiel qui existe soit entre la pointe supérieure d'une tige dont l'autre extrémité est enfoncée dans le sol, soit entre les sommités d'une plante ou d'un arbre, qui s'y trouve installé, et la couche d'air atmosphérique qui baigne cette pointe, ou ces sommités.

» C'est ici le lieu de faire observer que le potentiel d'une masse d'air en mouvement ne se met pas en équilibre instantanément avec celui des couches d'air, auxquelles cette masse va se mélanger. Il faut pour cela que ce mélange soit accompli en totalité; ce qui exige un certain temps, surtout dans le cours des mouvements tourbillonnants, comme le montre l'aspect des fumées et des poussières visibles, entraînées à travers une atmosphère transparente. Dans une atmosphère agitée par des courants plus ou moins violents, une masse d'air à haut potentiel, telle qu'elle arrive subitement, d'une grande altitude par exemple, sera dès lors susceptible de déterminer, notamment au contact des objets situés à la surface du sol, des chutes de potentiel considérables et les effets d'effluve correspondants; surtout si l'on tient compte des productions additionnelles d'électricité, qui peuvent résulter du frottement des molécules gazeuses en mouvement.

» Même au contact des couches d'air les plus voisines du sol, les principes immédiats constitutifs d'une plante de $0^{m},25$ de hauteur sont assimilables à des matières subissant une action électrique de l'ordre de l'effluve déterminée par une différence de potentiel de 7 volts. Or je viens d'établir qu'une telle action, et *a fortiori* celles des masses d'air en mouvement à potentiel plus élevé, sont susceptibles de changer l'oxygène en ozone et de fixer l'azote atmosphérique sur les hydrates de carbone, constitutifs du tissu de la plante. Toutes ces réactions deviendront d'autant plus faciles et produiront des effets d'autant plus intenses, que la taille de la plante sera plus grande et l'agitation de l'air plus considérable.

» J'ai pris soin de vérifier ces conclusions, en opérant avec de la cellulose (papier), enfermée dans des tubes de verre concentriques, remplis d'air et soumis pendant deux mois à l'influence directe de l'électricité

atmosphérique (1); le potentiel de cette électricité dans les tubes ayant varié, d'après les mesures, de 3 à 180 volts environ pendant cet intervalle de temps. La fixation de l'azote sur l'hydrate de carbone mis en expérience s'est effectuée en effet dans ces conditions sous l'influence de l'électricité atmosphérique, comme on pouvait s'y attendre. J'ai également vérifié cette même fixation, ou plus exactement l'accroissement de cette fixation d'azote, en opérant au sein d'une atmosphère à peu près immobile, sur des plantes en pleine végétation, disposées sous des cloches closes dans un champ électrique (2), dont les limites étaient définies par la simple différence de potentiel d'une pile à circuit non fermé.

» L'assimilation entre les effets de l'effluve des laboratoires et ceux de l'électricité atmosphérique silencieuse étant ainsi établie pour un ordre de réactions qui s'accomplit sous de faibles tensions, on ne saurait refuser d'étendre cette assimilation à la formation de l'ozone, laquelle s'accomplit d'une manière nécessaire, dès que les mêmes tensions interviennent : l'identité des conditions physiques impliquant l'identité des réactions chimiques correspondantes. Or on sait que l'existence de l'ozone dans l'atmosphère a été constatée dans un grand nombre de circonstances. Elle s'explique, conformément à ce que je viens de dire, par l'intervention de l'effluve, résultant de la différence de potentiel entre le sol, ou, plus exactement, entre les saillies du sol, ou bien celles des plantes, et les couches atmosphériques en mouvement, qui viennent en contact sans cesse renouvelé avec la surface du sol ou des plantes. Elle est également susceptible d'être déterminée par toute chute brusque de potentiel, survenant par l'effet de quelque action locale ou générale, entre les couches atmosphériques qui ne sont pas en contact avec le sol. Cependant, il convient d'ajouter que le plus souvent l'ozone, ainsi formé sur un point, ne subsiste guère, en raison des actions oxydantes qu'il exerce sur les poussières de l'atmosphère. Pour que sa proportion devienne sensible, il faut le concours de circonstances favorables, telles que l'absence de poussières oxydables et l'existence d'un potentiel un peu élevé, dans les couches amenées par les courants d'air au contact des saillies du sol, ou des extrémités des plantes.

» Cet ozone, pour peu qu'il s'accumule, exerce sur les êtres vivants des actions que je n'ai pas à rappeler ici.

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 390.
(2) *Chimie végétale et agricole*, t. I, p. 431-488.

» Les assimilations précédentes étant admises en ce qui touche les réactions déterminées par un faible potentiel, elles s'appliquent *a fortiori* aux réactions de l'électricité atmosphérique qui répondraient à des potentiels plus élevés, quoique inférieurs à ceux qui déterminent la chute de la foudre. L'existence de semblables potentiels et la réalité des phénomènes d'effluve qu'ils sont susceptibles de produire sont attestées par l'existence de l'odeur d'ozone, si sensible dans certaines conditions atmosphériques, et plus encore par les phénomènes bien connus des aigrettes lumineuses, visibles à l'extrémité des mâts et des pointes élevés en l'air (feu Saint-Elme).

» J'ajouterai que des chutes de potentiels aussi considérables que ces dernières et les effluves qu'elles provoquent sont capables de déterminer la formation des composés oxygénés de l'azote, ainsi que celles de l'azotate et de l'azotite d'ammoniaque, composés observés dans les pluies ordinaires, même non accompagnées d'orages ou d'éclairs; sans préjudice, bien entendu, des effets du même ordre qui pourraient être provoqués par les décharges explosives et lumineuses des pluies d'orages. Observons d'ailleurs que la réaction des effluves électriques silencieuses de l'atmosphère terrestre est susceptible de produire des effets bien plus considérables que ceux d'un éclair isolé, en raison de la durée des réactions de l'effluve proprement dite, de leur fréquence et de l'étendue sur laquelle elles entrent en exercice.

» Les effets physiologiques de l'air des hautes montagnes notamment pourraient être attribués à des réactions du même ordre de l'électricité atmosphérique à un haut potentiel, amenée par des courants d'air au contact du corps humain qui se trouve lui-même au potentiel du sol.

» Sera-t-il permis d'ajouter que les effets des effluves de très grande intensité sur les mélanges d'hydrogène et d'oxygène expliqueraient la limitation de la dose d'hydrogène dans l'atmosphère, telle que cette dose a été trouvée par les récentes recherches de notre confrère, M. A. Gautier ?

III. — Effluves électriques dans un milieu gazeux a températures inégales.

» C'est un fait bien connu des physiciens que, toutes les fois qu'une inégalité de température se produit entre les différentes régions d'un milieu gazeux, surtout si les gaz y sont en mouvement, il s'y développe des champs électriques, et par conséquent, j'ajouterai : des réactions d'effluves. De semblables effets secondaires sont surtout marqués dans les systèmes qui sont le siège de réactions chimiques directes plus ou moins brusques.

J'ai insisté récemment sur leur réalité et leur importance pour l'étude de la formation de l'acide azotique pendant les combustions vives de l'hydrogène, du soufre et du carbone.

» Sans revenir sur cet ordre de résultats, il est utile de faire observer que des effets électrochimiques analogues se manifestent également, d'une façon nécessaire, dans un système gazeux soumis simplement à l'action de la chaleur, si la distribution de celle-ci n'est pas uniforme, et particulièrement si une variation subite de température, provoquée en un point donné, détermine dans la masse des mouvements rapides et des frottements intenses. Tel est surtout le cas où l'on met une paroi froide en présence de gaz portés à la température du rouge vif, ou du rouge blanc. Au contact de cette paroi froide, il se forme une couche gazeuse isolante; tandis que les couches gazeuses plus éloignées possèdent une conductibilité électrique croissant avec leur température. La couche gazeuse refroidie se trouve dès lors susceptible de jouer le rôle d'une couche diélectrique et, par conséquent, de devenir le siège des actions chimiques d'effluve, telles qu'elles se développent, soit dans les appareils d'induction, soit entre les deux pôles d'une pile à circuit ouvert. Ces actions s'y produiront d'autant mieux que la variation de température sera plus grande et que les transformations chimiques exigeront un potentiel plus faible; condition remplie précisément lors de la transformation de l'oxygène en ozone.

» MM. Troost et Hautefeuille ont observé cette dernière transformation au moyen du tube chaud et froid, lequel réalise précisément les conditions voulues. En effet, un tel tube est continuellement refroidi par une circulation intérieure d'eau froide, tandis qu'il est placé au milieu d'un gaz en mouvement, gaz porté à une très haute température et brusquement ramené au voisinage de zéro. Les gaz aspirés au contact du tube contiennent, en effet, de l'ozone. Or cet ozone est susceptible d'être produit au contact même de la paroi froide, par une réaction d'effluve, sans qu'il soit nécessaire d'en supposer la préexistence au sein des gaz échauffés. La même observation s'applique aux produits obtenus par aspiration des gaz, au sein d'une flamme.

» Cette action d'effluve intervient aussi, à un degré qu'il n'est pas facile de définir, dans les résultats attribués jusqu'ici à la dissociation, je veux parler de ceux qui ont été observés par l'emploi du tube chaud et froid : notamment dans la décomposition de l'acide carbonique en oxyde de carbone et oxygène, décomposition que le seul contact de la paroi froide et

l'effluve électrique résultante sont susceptibles de produire, dès que le potentiel électrique devient notable.

» Sans contester absolument que certains des corps obtenus, au moyen du tube chaud et froid, puissent préexister dans une autre région de l'espace où l'on opère et qui se trouve portée à la plus haute température, cependant on ne saurait contester que cette préexistence demanderait à être démontrée par d'autres méthodes. Il est certain que plusieurs des corps dont il s'agit se produisent réellement en dehors de l'espace échauffé, par les actions électriques mises en jeu dans la couche gazeuse refroidie.

» Ainsi il me paraît démontré par les faits rappelés dans le présent Mémoire qu'un grand nombre des réactions chimiques observées au moyen du tube chaud et froid sont assimilables aux réactions de l'électricité atmosphérique, les unes et les autres étant les mêmes et produites dans les mêmes conditions que les réactions chimiques provoquées par l'effluve des laboratoires. »

BOTANIQUE. — *Sur l'ordre de formation des éléments du cylindre central dans la racine et la tige.* Note de M. **Gaston Bonnier.**

« Dans ses recherches, devenues désormais classiques, sur la symétrie de structure des plantes vasculaires, M. Van Tieghem a déterminé d'une manière précise les caractères des trois membres de la plante : racine, tige, feuille. On peut résumer dans les phrases suivantes les conclusions de cette étude fondamentale :

» La racine a une symétrie vasculaire par rapport à un axe, et des faisceaux libériens centripètes alternant avec des faisceaux ligneux également centripètes.

» La tige a une symétrie vasculaire par rapport à un axe, et des faisceaux libéro-ligneux à liber externe et centripète, à bois interne et centrifuge.

» La feuille a une symétrie vasculaire par rapport à un plan, et des faisceaux libéro-ligneux qui, dans le limbe, présentent le liber du côté inférieur (ou externe) et le bois du côté supérieur (ou interne).

» Ces trois structures sont comme imprimées par une hérédité lointaine dans les trois membres de la plante. La croissance dans des milieux différents, les adaptations spéciales, qui modifient profondément la nature et

la répartition de tous les tissus, restent sans effet sur les lois de symétrie qui viennent d'être énoncées.

» N'y a-t-il donc aucune relation entre ces trois structures? Les fonctions générales d'absorption de la racine, de conduction de la tige, d'assimilation et de transpiration de la feuille sont-elles sans aucune corrélation avec ces trois dispositions des tissus vasculaires?

» Ce sont là, on le comprend, des questions du plus grand intérêt. Sans avoir la prétention de les résoudre, je me propose simplement d'exposer quelques remarques anatomiques et physiologiques qui me paraissent de nature à mettre les chercheurs sur la voie de la solution.

» Je ne m'occuperai, dans ce qui va suivre, que des plantes Phanérogames, et je commencerai par l'étude comparée de la racine et de la tige.

» 1° *Marche de la différenciation des cellules dans le cylindre central de la racine.* — Un fait important, qu'il est nécessaire de mettre tout d'abord en évidence, c'est l'ordre de différenciation des éléments dans la structure primaire de la racine. La formation du cylindre central ne s'effectue pas d'une manière centripète dans tous ses tissus.

» En effet, considérons des coupes transversales faites dans les parties très jeunes des racines, mais à un niveau où tous les éléments de la structure primaire sont déjà formés (*fig.* 1 et 2), et lorsqu'il n'y a encore de constitué, par faisceau, qu'un vaisseau du bois ou quelques cellules libériennes.

» On peut remarquer alors que les files de cellules non encore différenciées sont disposées en éventail autour du premier vaisseau ligneux ou des premiers éléments libériens. Il s'établit donc comme des centres de différenciation. Pour la commodité des descriptions, j'appellerai *pôles ligneux* les centres de différenciation qui correspondent à l'origine des faisceaux ligneux et *pôles libériens* les centres de différenciation qui correspondent à l'origine des faisceaux libériens.

» Si l'on pratique des coupes transversales dans des parties encore plus jeunes de ces racines, on voit que la marche des cloisonnements correspond d'une façon générale à la formation des files de cellules disposées en éventail.

» D'autre part, en faisant des coupes transversales successives dans des parties de plus en plus âgées, on peut suivre d'une manière précise l'ordre de différenciation de toutes les cellules du cylindre central. Je ne consi-

dère, à ce sujet, que l'achèvement successif de chacun des éléments, quelle que soit la forme de l'état définitif qu'il doit prendre. Au point de vue de la succession des états adultes de chaque élément, peu importe que celui-ci devienne un vaisseau ou une cellule de parenchyme, qu'il devienne une cellule libérienne, un tube criblé ou une cellule quelconque.

» Examinons, par exemple, la file de cellules (*fb*, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11; *fig.* 1). Par la comparaison attentive de coupes de plus en plus

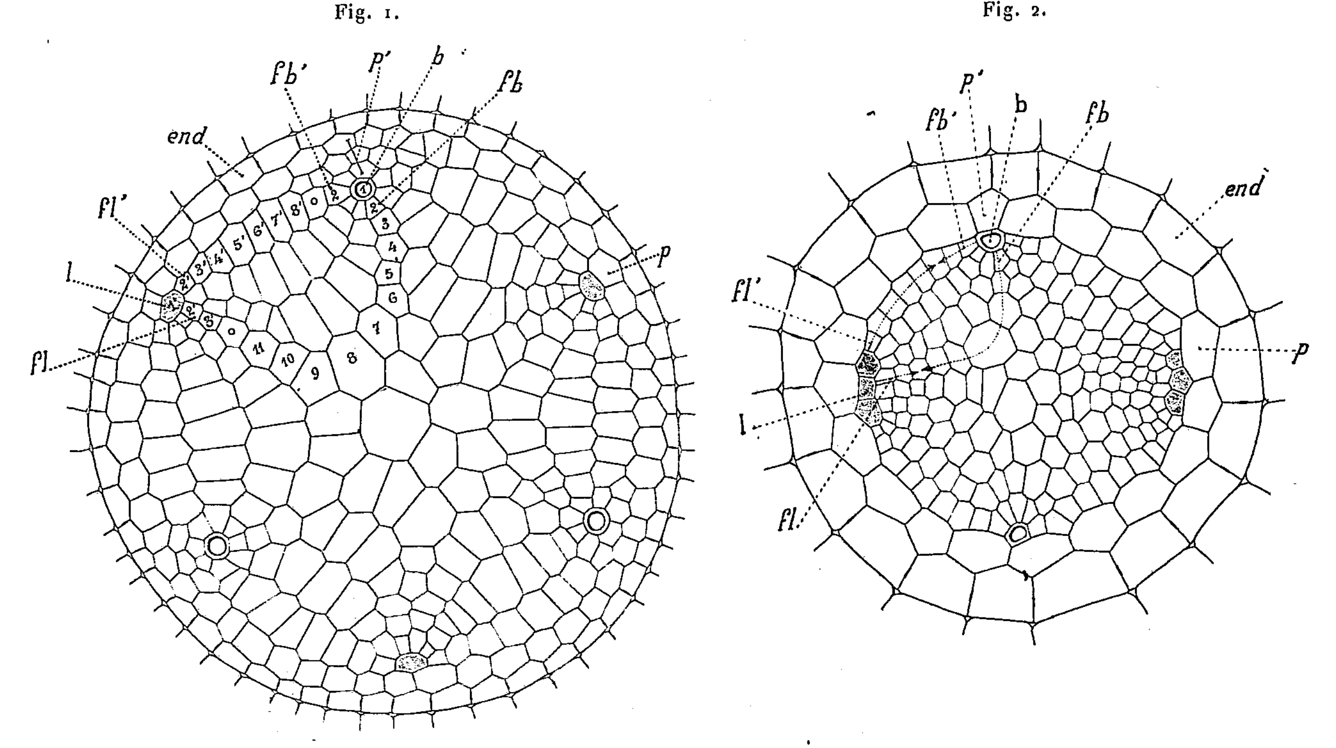


Fig. 1. — Coupe transversale du cylindre central d'une jeune racine à trois faisceaux (*Thalictrum silvaticum*) : *b*, premiers vaisseaux du bois différenciés; *l*, premiers éléments libériens formés; *fb*, *fb'*, files de cellules se différenciant du bois vers le liber; *fl*, *fl'*, files de cellules correspondant aux précédentes, se différenciant du liber vers le bois; l'ordre de différenciation futur des cellules est indiqué par des chiffres, et les cellules marquées d'un petit cercle sont au point de rencontre de deux différenciations opposées; ces cellules, marquées d'un petit cercle, ou bien achèvent de se différencier, ou bien deviennent le point de départ des formations secondaires; *p*, péricycle extralibérien; *p'*, péricycle extraligneux; *end*, endoderme.

Fig. 2. — Coupe transversale du cylindre central d'une jeune racine à deux faisceaux ligneux (*Chenopodium polyspermum*). Les flèches indiquent les directions de différenciation dans deux séries opposées de cellules encore jeunes. (Lettres comme dans la *fig.* 1.)

âgées, on constate que les cellules qui, à leur état jeune actuel, sont presque semblables, se différencieront à partir du pôle ligneux dans

l'ordre indiqué par les chiffres. On voit ainsi que la différenciation définitive des éléments de cette file de cellules est d'abord centripète en 1, 2, 3, 4, 5, 6, oblique ou tangentielle en 7, 8, et devient même *centrifuge* en 9, 10, 11. Or, cette file de cellules, en forme d'U, vient se mettre sur le prolongement d'une autre file d'éléments *fl*, dont la différenciation se produit en sens contraire, à partir d'un pôle libérien voisin, dans l'ordre 1′, 2′, 3′. Considérons maintenant une autre file de cellules (*fb′*, 1, 2; *fig.* 1); cette file présente un développement tout à fait tangentiel, et vient se placer dans le prolongement d'une file de cellules *fl′* qui se différencie à partir du liber dans l'ordre 1′, 2′, 3′, 4′, 5′, 6′, 7′, 8′, et qui est également tangentielle.

» Dans les deux suites d'éléments (*fb*, *fb′* et *fl*, *fl′*) que nous venons de considérer, il y a convergence, vers un point, de deux différenciations opposées. Ce point de rencontre de deux marches inverses se trouve, pour chaque suite d'éléments, dans une cellule (marquée d'un petit cercle sur la *fig.* 1) qu'il est difficile de rattacher à l'une ou à l'autre des deux files. De deux choses l'une : ou bien ce dernier élément achèvera sa différenciation, et l'on dira que le cylindre central conserve une structure primaire; ou bien ce même élément se cloisonnera perpendiculairement à la direction des files qui sont bout à bout, il continuera à se produire de nouveaux éléments suivant les deux mêmes différenciations convergentes, et cela indéfiniment; dans ce dernier cas, on dira que la racine a acquis une structure secondaire.

» La *fig.* 2 représente la section transversale d'une racine binaire, à un état de développement analogue à celui de la racine que nous venons de considérer. Les files de cellules *fb*, *fl* et *fb′*, *fl′*, semblables aux précédentes, sont désignées par des flèches qui indiquent en même temps l'ordre des différenciations.

» Cette marche, que nous venons de suivre dans deux séries d'éléments déterminées, et pour chacune de ces racines, se produit d'une manière analogue dans les files intermédiaires. On peut donc dire que tous les éléments du cylindre central de la racine, suivant des trajets directs ou contournés, se différencient à la fois, à partir du pôle ligneux vers le liber, et à partir du pôle libérien vers le bois.

» Le schéma R (*fig.* 6) indique, dans la racine, la marche de la différenciation dans toutes les files de cellules qui relient les deux moitiés d'un même faisceau du bois à la moitié droite et à la moitié gauche des deux faisceaux libériens voisins.

» En examinant des coupes correspondant à un âge plus avancé, mais néanmoins avant l'apparition des formations secondaires (lorsqu'il doit s'en produire), on peut souvent se rendre compte de la marche de la différenciation, par l'examen d'une seule coupe transversale. Cela est très visible au premier coup d'œil, si l'on considère une file de cellules dont tous les

Fig. 3.

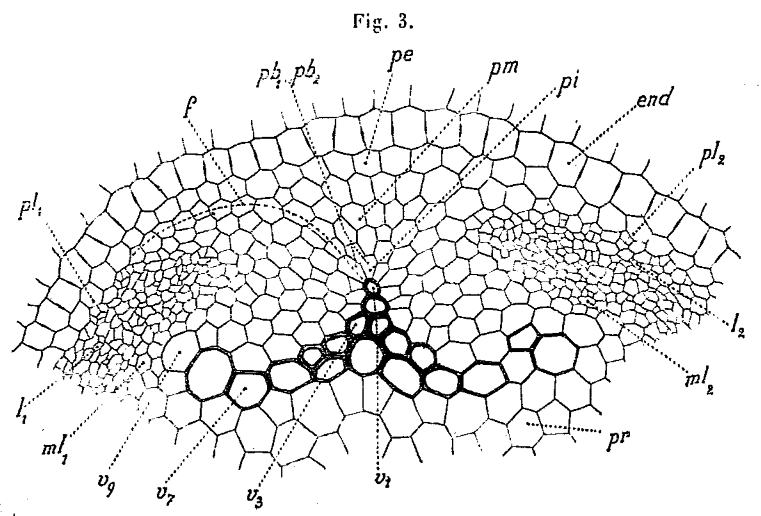


Fig. 3. — Fragment de coupe transversale d'une racine de Ricin (*Ricinus communis*), avant l'achèvement complet de la différenciation des éléments dans la structure primaire : v_1 à v_9, file d'éléments transformés en faisceaux, montrant la marche de la lignification de v_1 à v_9. La direction de différenciation est centripète de v_1 à v_3, tangentielle de v_3 à v_1, centrifuge de v_1 à v_9; pb_1, pb_2, les deux pôles ligneux rapprochés; pl_1, pl_2, pôles libériens; *pi*, partie interne du péricycle, correspondant à la zone périmédullaire de la tige; *pm*, partie moyenne correspondant au rayon médullaire de la tige; *pe*, partie externe, correspondant au péricycle de la tige; l_1, l_2, liber primaire; ml_1, ml_2, métaphloème; *f*, file de cellules correspondant à la limite d'un rayon médullaire de la tige.

éléments deviennent vasculaires. Les divers degrés de la lignification indiquent alors nettement la marche du développement de la file de cellules (*fig.* 3, 4 et 5). On voit que la file des cellules qui se transforment en vaisseaux du bois peut correspondre à une des files profondes et très concaves du schéma R, à une file moyenne et moins concave, ou même parfois à une file tangentielle et convexe. Ces trois cas sont présentés par les racines de la Pulmonaire (*fig.* 4), du Ricin (*fig.* 3) et de la Renoncule (*fig.* 5). Mais, je le répète, peu importe ce que doit devenir chaque élément; la différenciation suit toujours la même marche.

» 2° *Comparaison de la différenciation des éléments dans la racine et dans la tige.* — Comparons maintenant cette structure primaire de la racine à la

structure primaire de la tige de la même plante. Dans la tige, chaque fragment de tissu libéro-ligneux est produit, comme on sait, par une double différenciation qui a pour point de départ, d'un côté le pôle libérien, de l'autre le pôle ligneux, tous deux situés sur un même rayon du cercle que

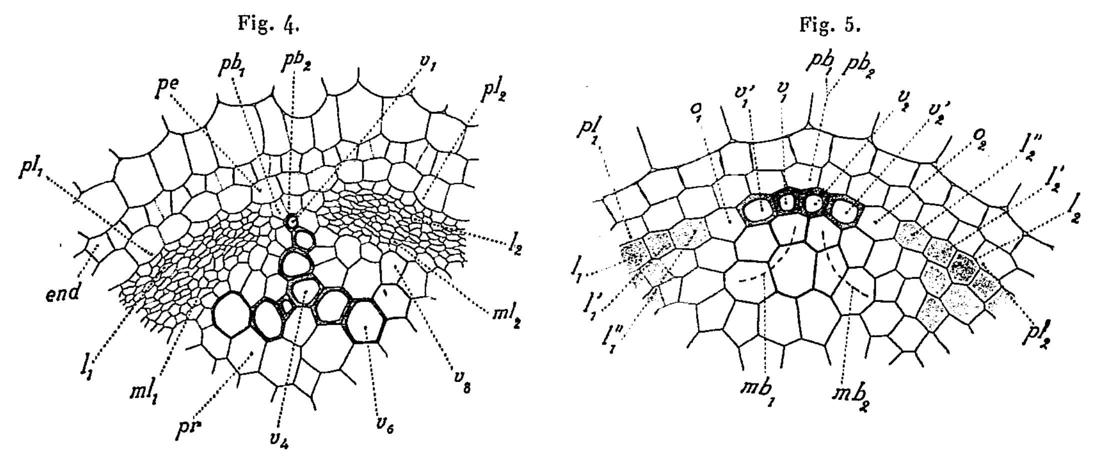


Fig. 4. — Fragment de coupe transversale d'une racine de Pulmonaire (*Pulmonaria officinalis*). (Mêmes lettres que *fig.* 3.)

Fig. 5. — Fragment de coupe transversale d'une racine de Renoncule (*Ranunculus acris*) : v_1, v_2, les deux premiers vaisseaux du bois formés; v'_1, v'_2, vaisseaux qui se différencient ensuite; mb_1, mb_2, vaisseaux non encore formés; l_1, l_2, l_3, et l'_1, l'_2, l'_3, éléments libériens différenciés tangentiellement. (Les autres lettres comme *fig.* 3 et 4.)

forme la coupe du cylindre central. Ainsi que dans la racine, les directions de différenciation des files de cellules s'établissent en éventail à partir du pôle ligneux vers le liber et à partir du pôle libérien vers le bois (voir le schéma T, *fig.* 6).

» Il s'ensuit que l'ordre de différenciation des éléments du cylindre central est exactement le même dans les deux membres de la plante, à cela près que le développement des tissus s'effectue dans la tige suivant un ensemble de lignes régulières symétriques rejoignant deux pôles opposés radialement; et dans la racine suivant un ensemble de lignes régulières mais asymétriques qui relient deux pôles sensiblement placés sur une même circonférence. Mais, dans les deux cas, chaque file de cellules se différencie suivant deux directions opposées, l'une allant vers le liber à partir du premier élément ligneux formé, l'autre vers le bois à partir du premier élément libérien formé. Ces deux directions opposées se rencontrent bout à bout dans le dernier élément différencié de la file considérée, aussi bien dans la racine que dans la tige.

» La juxtaposition des schémas, représentés par la *fig.* 6, met en évidence la comparaison des structures du cylindre central de la tige T et de la racine R, telles qu'elles viennent d'être décrites. Considérons le

Fig. 6.

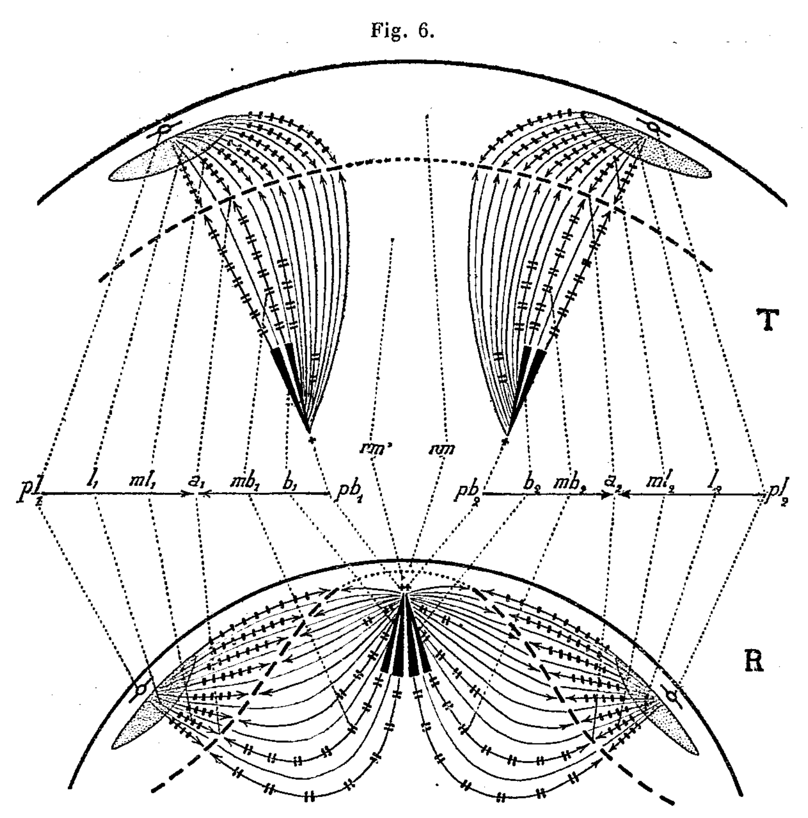


Fig. 6. — Schéma de comparaison du développement des tissus dans la tige T et dans la racine R. pl_1 pl_2, pôles libériens; l_1, l_2, liber primaire; ml_1, ml_2 métaphloème; a_1, a_2, assise où se rencontrent les doubles marches de différenciation indiquées par des flèches; mb_1, mb_2, métaxylème; b_1, b_2, bois primaire; pb_1, pb_2, pôles ligneux; *rm*, *rm'*, rayons médullaires.

schéma T représentant deux demi-faisceaux libéro-ligneux de la tige pb_1, pl_1 et pb_2, pl_2, séparés par un rayon médullaire *rm*, *rm'*. Imaginons que les files de cellules, indiquées par des flèches qui se correspondent, soient flexibles. Si l'on rapproche entre eux les deux pôles ligneux pb_1, pb_2 (marqués chacun d'une petite croix) et qu'on les fasse glisser jusqu'à venir près du bord du cylindre central, en entraînant à leur suite toutes les files de cellules qui en dérivent, on obtiendra le schéma représenté au-dessous (en R, *fig.* 6), c'est-à-dire la structure de la racine. On peut dire, si

l'on veut, que dans la racine il existe ainsi comme deux demi-faisceaux libéro-ligneux approximativement tangentiels qui correspondent à deux demi-faisceaux libéro-ligneux de la tige approximativement radiaux ([1]).

» 3° *Conséquences anatomiques résultant des faits précédents.* — Dans la tige comme dans la racine, on a désigné sous le nom de *tissu conjontif* tout le parenchyme qui se trouve dans le cylindre central, reliant entre eux les faisceaux. De plus, on est convenu de distinguer trois régions dans ce tissu conjonctif : le *péricycle* en dehors des faisceaux, les *rayons médullaires primaires* entre les faisceaux et la *moelle* en dedans des faisceaux.

» Si l'on se place au point de vue de la marche du développement des tissus, il est impossible de maintenir cette distinction.

» Je laisse de côté, pour le moment, la question complexe de l'origine de la moelle dans ces deux membres de la plante. Mais considérons ce qu'on appelle un *rayon état médullaire primaire dans la racine;* c'est le tissu, souvent parenchymateux, qui sépare le bois du liber (*fig.* 6, schéma T, entre ml_1 et mb_1 ou entre ml_2 et mb_2, par exemple). Il résulte de tout ce qui a été dit précédemment que ce tissu correspond, dans la tige, à celui qui se trouve aussi entre le bois et le liber (*fig.* 6, schéma T, entre ml_1 et mb_1 ou ml_2 et mb_2, par exemple). Ce tissu ne correspond donc nullement au tissu *rm*, *rm'* du schéma T, qui constitue ce qu'on appelle un *rayon médullaire primaire dans la tige.* On ferait donc une erreur en comparant les rayons médullaires primaires de la racine aux rayons médullaires primaires de la tige. Il est regrettable que deux régions si différentes soient désignées sous le même nom.

» Où faut-il donc chercher dans la racine le tissu qui est équivalent au rayon médullaire primaire de la tige? C'est à la place qui lui correspond au point de vue de l'origine, c'est-à-dire (dans le schéma R) en *rm*, *rm'*; c'est-à-dire dans cette partie du péricycle de la racine qui est extérieure au bois. Cette portion du péricycle de la racine n'est pas comparable à la portion du péricycle qui est située en dehors du liber, quand bien même elle ne comprendrait, comme cela arrive souvent, qu'une seule assise de cellules. En effet, dans la racine, le péricycle extraligneux correspond à la fois au péricycle interfasciculaire de la tige, au rayon médullaire primaire de la

([1]) On sait, d'ailleurs, que les stades intermédiaires entre les deux dispositions sont réalisés dans l'axe hypocotylé de la plantule, mais je ne traite pas ici de cette question.

tige et même, en outre, à une partie de l'assise périmédullaire (voyez *pe*, *pm*, *pi*, *fig.* 4), le tout plus ou moins confondu et condensé en dehors des premiers vaisseaux du bois.

» Considérons maintenant le cas où il doit se produire des formations secondaires. Si l'on adoptait la notion de tissu conjonctif, divisé en péricycle, rayons médullaires primaires et moelle, on devrait dire qu'on voit apparaître l'assise génératrice des tissus secondaires de la racine : dans la moelle (en dedans du liber), dans les rayons médullaires primaires (entre le liber et le bois), dans le péricycle (en dehors du bois). Il semblerait alors que cette assise ne se forme pas dans des tissus semblables à ceux où l'assise correspondante prend naissance dans la tige.

» D'après l'étude qui vient d'être faite, on voit, au contraire, en examinant les schémas T et R (*fig.* 6), que la marche du développement des tissus secondaires est absolument comparable dans les deux membres de la plante considérés. Dans la racine, l'assise génératrice libéro-ligneuse (a_1, a_2, *fig.* 6) s'organise au milieu de tissus qui correspondent exactement à ceux où elle s'établit dans la tige. Le début de ces formations se relie d'une manière insensible à la double marche de la différenciation en sens contraire qui vient d'être décrite dans l'un comme dans l'autre des deux organes. Il existe donc ainsi, dans tous les cas, une continuité parfaite entre les éléments de la structure primaire et ceux de la structure secondaire.

» En somme, il résulte de cette étude que le cylindre central présente le même plan général de structure chez la tige et chez la racine : la constitution et l'ordre de développement des tissus sont les mêmes pour les deux cas. La seule différence réside, comme l'a établi M. Van Tieghem, dans la position des pôles ligneux, qui, dans la racine, sont comme rejetés vers la périphérie du cylindre central. Il s'ensuit que le premier vaisseau formé près d'un pôle ligneux de la racine prend naissance non loin de l'écorce primaire, c'est-à-dire au voisinage de ce tissu régulateur du courant d'eau qui va des poils absorbants aux vaisseaux ligneux. Pour se rendre compte de cette différence, l'hypothèse la plus simple consiste à admettre que, dans la racine, il existe une corrélation entre la disposition du tissu vasculaire et l'absorption de l'eau par ce membre de la plante. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de l'un de ses Membres pour faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire, en remplacement de M. *Henri Moissan* dont le mandat expire le 15 novembre 1900 et qui est rééligible.

M. **Henri Moissan** obtient l'unanimité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Moliné** adresse, par l'entremise de M. Wolf, une Note relative à la « Transformation morphologique des vrilles de la vigne en raisins ».

(Commissaires : MM. Van Tieghem, G. Bonnier, Müntz.)

M. **E. Guarini** adresse une nouvelle Note intitulée : « Expérience de télégraphie à un seul fil et sans retour par la terre, par ondes hertziennes et un simple téléphone comme récepteur, en vue de l'application possible à la télégraphie sous-marine dans le but d'augmenter la vitesse de transmission ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Ant. Cros** adresse un complément à son Mémoire sur « La lumière incolore et les couleurs ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **Duclaux**, en présentant à l'Académie un Volume intitulé « La vie de Pasteur », par M. *René Vallery-Radot*, s'exprime ainsi :

« Dans ce livre, la vie de l'homme et celle du savant, qui ont été si intimement unies l'une à l'autre, sont suivies pas à pas avec un soin

méticuleux, une compétence parfaite dans les questions d'ordre scientifique, et une émotion qui devient communicative. C'est un beau livre qui fait l'éloge de celui dont il parle et de celui qui l'a écrit. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la mort de M. l'abbé *Armand David*, Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces qui possèdent une série non linéaire de courbes rationnelles.* Note de M. S. **Kantor**, présentée par M. Picard.

« Après les recherches de Nöther et Humbert sur ce sujet, il restait quelque obscurité sur les surfaces où la série des courbes elle-même a un genre p supérieur à zéro. Avec la restriction que l'indice de la série soit 1, un théorème d'équivalence irrationnelle se trouve dans une Note récente de M. Enriques [1] (*Math. Ann.*, t. LII). Je me permets de proposer pour ce théorème une autre démonstration qui montrera de plus que pour $r > 3$ il est impossible de changer birationnellement toute série ∞^{r-2} de courbes rationnelles en une série ∞^{r-2} de droites.

» 1. Si M_{r-1} contient un complexe ∞^{r-2} de l'indice 1 de courbes rationnelles Γ, je les coupe toutes par d'autres M_{r-1}. Ainsi sur chaque courbe Γ un ou plusieurs groupes de points seront marqués qui ont certainement des covariants simultanés quadratiques ou même linéaires ne s'évanouissant pas tous à la fois pour tous les choix des transversales. On obtient donc sur la M_{r-1} donnée des transversales biponctuelles ou même uniponctuelles rationnellement distinctes et elles peuvent être, à cause du « Restsatz », disposées en des systèmes linéaires. En transformant avec ces transversales on obtient une M'_r contenant ∞^{r-2} coniques Γ en série d'indice 1.

» Coupons cette M'_{r-1} par trois R_{r-1} d'un faisceau quelconque en T_1, T_2, T_3, donc chaque conique Γ' en trois couples de points $t_1 t_2$, $u_1 u_2$, $v_1 v_2$ et cherchons la jacobienne pour $t_1 t_2$, $u_1 u_2$ sur Γ'. Elle varie le long d'une troisième biponctuelle à travers les Γ' qui, avec T_1, a deux couples harmo-

---

[1] J'ai reçu, il y a trois jours, la Note de M. Kantor, qui n'a pu avoir connaissance du Travail de MM. Castelnuovo et Enriques que j'ai communiqué dans la dernière séance. (*Note de M. Émile Picard.*)

niques sur chaque Γ' et elle $(T_{1,2})$ coupe T_1 dans les coïncidences N de la g_2^{r-2} canonique de T_1 et dans celles des intersections de T_1, T_2, qui ne sont pas des couples de cette g_2^{r-2}. Désignons leur ensemble par P. En nous servant de la jacobienne pour T_1, T_3, nous obtenons des variétés $T_{1,2}$, $T_{1,3}$ hyperelliptiques, qui se coupent seulement dans les coïncidences communes de leurs g_2^{r-2} et en des couples de celles-ci et dont les deux couples sur chaque Γ' sont harmoniques.

» 2. Nous pouvons construire évidemment un cône C_{r-1}, dont les génératrices γ forment une série en correspondance $(1,1)$ avec la série de Γ' sur M_{r-1} et projeter les couples $t_1 t_2$ par les R_{r-1} d'un faisceau sur les γ correspondantes, ce qui fournira une biponctuelle T'_1 sur C_{r-1} dont la g_2^{r-2} a ses coïncidences en N′, la projection de N. Mais en faisant la projection de $T_{1,2}$, nous obtenons une biponctuelle $T'_{1,2}$ qui a toutes ses coïncidences en P′, projection de P. Au lieu de projeter la deuxième variété $T_{1,3}$, il nous faut construire directement sur C_{r-1} une variété T_h biponctuelle qui a les coïncidences de sa g_2^{r-2} en P′ et coupe $T'_{1,2}$ en outre seulement en des couples de sa g_2^{r-2}. Cela exige, comme nous verrons pour $r = 3$, la construction d'une $M_{r-1}^n\,(O^{n-2})$ avec un cône de contact par O, qui est connu sans qu'il soit certain qu'il remplit les conditions nécessaires. Nous nous limiterons donc à $r = 3$.

» 3. Sur M_2 nous avons deux courbes $T_{1,2}$, $T_{1,3}$ harmoniques, pour dire ainsi brièvement, sur C_2 la projection de $T'_{1,2}$. Nous cherchons une courbe harmonique à $T'_{1,2}$ qui la touche en P′, ses coïncidences de la g_2^1, et la coupe en outre en des couples de g_2^1. Or on peut toujours compléter le groupe P′ par un groupe de couples de g_2^1 d'un groupe d'intersection complète avec un cône au sommet O, et, ensuite, construire une $M_2^n(O^{n-2})$ qui a ce cône pour celui des tangentes par O. Cela est possible sans imposer une condition au groupe P′ ou au cône. Cette M_2^n, dont l'ordre n se calcule arithmétiquement, coupe C_2 en une courbe T'_g biponctuelle de la situation désirée. En prenant pour T'_g et $T'_{1,2}$ les jacobiennes T'_h sur toutes les droites γ, nous obtenons en $T'_{1,2}$ et T'_h deux courbes harmoniques qui ont leurs coïncidences des g_2^1 en P′ seulement et se coupent en outre en des couples des g_2^1 seulement. $T_{1,3}$ et T'_h sont donc en relation $(1,1)$ algébrique.

» Nous avons deux couples de courbes $T_{1,2}T'_{1,2}$ et $T_{1,3}T'_h$ en relation $(1,1)$, mais aussi les deux courbes décomposées $T_{1,2}.T_{1,3}$ et $T'_{1,2}.T'_h$ admettent, *d'une manière continue,* une relation $(1,1)$ algébrique parce que les ramifications des ∞^1 quadruples harmoniqnes sur les γ se correspondent dans les deux relations partielles, dont il a été parlé. Il est donc pos-

sible d'établir entre deux Γ' et γ correspondantes une homographie où les deux quadruples harmoniques se correspondent et pourraient, d'une manière continue, jusqu'à avoir complété une relation $(1,1)$ entre M_2 et C_2.

» De cette façon apparaissent en même temps quatre transformations birationnelles entre M_2, C_2, parce que quatre manières de coordonner les deux quadruples sont possibles. Mais ces quatre transformations sont séparables sans aucune irrationnalité « essentielle ».

» 4. On voit facilement par l'équation $f_0 x_{r+1}^2 + f_1 x_{r+1} + f_2 = 0$, que le cône des tangentes par O à une $M_{r-1}^n(O^{n-2})$, dont nous avons parlé au n° 2, n'est pas général.

» Mais on prouve aussi directement qu'il y a des systèmes ∞^{r-2} de courbes rationnelles et d'indice 1, qui ne peuvent être mis en relation $(1,1)$ algébrique, même irrationnellement, avec un cône C_{r-1}. En effet, il y a, par exemple en $\mathbf{R}_3$, des congruences ∞^2 coniques d'indice 1 qui n'ont point de transversales uniponctuelles, même non irrationnellement. Toute M_3, dont la représentation sur R_3 s'effectue par des surfaces qui traversent biponctuellement les coniques de ce système, sera une M_3 unicursale qui ne permet pas que les ∞^2 coniques sur elle soient changées en les ∞^2 droites d'un cône par une relation $(1,1)$ algébrique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série analogue à la série de Lagrange.* Note de M. **N. Bougaïev.**

« En désignant par S_n la valeur de l'intégrale définie

$$(1)\qquad S_n = \int_a^z [\varphi(a,x) + \psi(u,x)]^n f'(u)\,du,$$

où z satisfait à l'équation

$$(2)\qquad \varphi(a,x) + \psi(z,x) = 0,$$

nous trouvons la relation

$$(3)\qquad \frac{dS_n}{da} = n\frac{\partial\varphi}{\partial a}\int_a^z [\varphi(a,x) + \psi(u,x)]^n f'u\,du - [\varphi(a,x) + \psi(a,x)]^n f'a,$$

$$(4)\qquad \frac{dS_n}{da} = n\varphi'(a)\,S_{n-1} - F^n f'(a),$$

où

$$\frac{\partial\varphi}{\partial a} = \varphi'(a) = \varphi', \qquad \varphi(a,x) + \psi(a,x) = \mathrm{F}.$$

» L'équation (4) donne la relation

$$(5) \qquad \mathrm{S}_{n-1} = \frac{\mathrm{F}^n f'(a)}{n\varphi'} + \frac{1}{n\varphi'}\frac{d\mathrm{S}_n}{da}.$$

» L'équation (5) donne les relations suivantes :

$$\begin{aligned} \mathrm{S}_0 &= \frac{1}{\varphi'}\mathrm{F}f' + \frac{1}{\varphi'}\frac{d\mathrm{S}_1}{da}, \\ \mathrm{S}_1 &= \frac{1}{2\varphi'}\mathrm{F}^2 f' + \frac{1}{2\varphi'}\frac{d\mathrm{S}_2}{da}, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots; \\ \mathrm{S}_{n-1} &= \frac{1}{n\varphi'}\mathrm{F}^n f' + \frac{1}{n\varphi'}\frac{d\mathrm{S}_n}{da}. \end{aligned}$$

» Ces relations donnent immédiatement la série

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{S}_0 = f(z) - f(a) = \frac{1}{\varphi'}\mathrm{F}f' + \frac{1}{1.2}\frac{1}{\varphi'}\frac{d}{da}\left(\frac{1}{\varphi'}\mathrm{F}^2 f'\right) \\ + \frac{1}{1.2.3}\frac{1}{\varphi'}\frac{d}{da}\left[\frac{1}{\varphi'}\frac{d}{da}\left(\frac{\mathrm{F}^3 f'}{\varphi'}\right)\right] + \ldots . \end{aligned} \right.$$

» En désignant par π, π^2, les opérations

$$\pi = \frac{1}{\varphi'}\frac{d}{da}, \qquad \pi^2 = \frac{1}{\varphi'}\frac{d}{da}\frac{1}{\varphi'}\frac{d}{da}, \qquad \ldots,$$

nous recevons la série

$$(7) \quad \left\{ \begin{aligned} f(z) = fa + \frac{1}{\varphi'}\mathrm{F}f' + \frac{1}{1.2}\pi\left(\frac{\mathrm{F}^2 f'}{\varphi'}\right) \\ + \frac{1}{1.2.3}\pi^2\left(\frac{\mathrm{F}^3 f'}{\varphi'}\right) + \ldots + \frac{1}{1.2\ldots n}\pi^{n-1}\left(\frac{\mathrm{F}^n f'}{\varphi'}\right) + \mathrm{R}_n, \end{aligned} \right.$$

où

$$(8) \qquad \mathrm{R}_n = \frac{1}{1.2.3\ldots n}\pi^n\frac{d\mathrm{S}_n}{da}. \text{ »}$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Lignes superficielles apparaissant dans le sciage des métaux.* Note de M. Ch. Frémont, présentée par M. Maurice Lévy.

« Quand on scie des métaux laminés ou simplement coulés, tels que le fer, les aciers de toutes nuances, la fonte, le cuivre, le laiton, le bronze, etc., il apparaît, sur les deux faces résultant de ce sciage, des lignes autres que celles qui sont occasionnées par le trait de scie.

» Parfois le relief de ces lignes est sensible au toucher; leur largeur et leur écartement sont variables. Elles apparaissent d'autant plus nettement qu'on les regarde sous une lumière incidente.

» Des lignes analogues se voient aussi dans d'autres opérations mécaniques des métaux, notamment dans le rabotage.

» Les lignes de sciage sont parallèles entre elles et aux profils des deux bords opposés traversés par la scie. Les choses se passent comme si les deux profils étaient transportés par le sciage, parallèlement à eux-mêmes, à des intervalles déterminés et constants.

» Quand les bords opposés dont elles reproduisent le profil sont deux lignes parallèles comme dans une barre à section carrée ou rectangulaire et que le sciage est effectué suivant une direction parallèle à deux

Fig. 1.

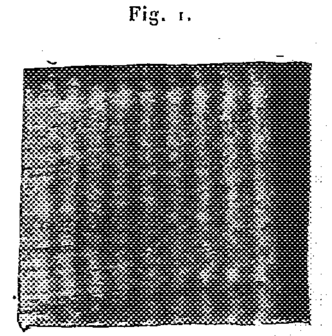
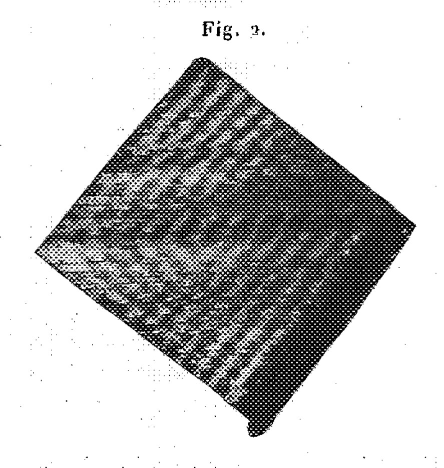


Fig. 2.



des côtés opposés (*fig.* 1), il n'y a qu'un seul système de lignes : ce sont des droites parallèles ayant alors le maximum de largeur.

» Si le sciage est effectué dans la même barre, suivant une diagonale de

la section rectangulaire, le profil attaqué par le trait de scie est un angle droit; il y a alors deux systèmes de lignes (*fig.* 2).

» Si la barre est triangulaire il y a deux systèmes de lignes parallèles aux deux côtés du triangle inclinés par rapport au trait de scie.

» Si la barre a pour section un triangle superposé à un rectangle (*fig.* 3), on retrouve les deux systèmes de lignes suivant la même loi.

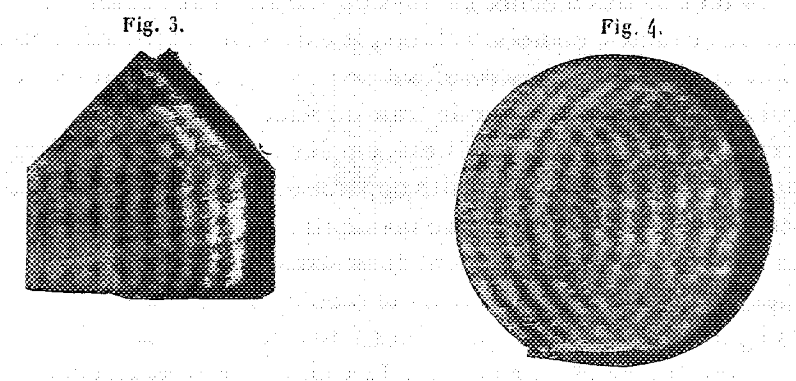


Fig. 3. Fig. 4.

» Quand la barre est cylindrique (*fig.* 4), les deux systèmes de lignes sont composés d'arcs de cercle.

» Quand le profil est complexe, c'est-à-dire composé d'arcs, de lignes droites ou brisées, etc. (*fig.* 5), les deux systèmes de lignes sont toujours des parallèles aux profils des bords attaqués par le trait de scie.

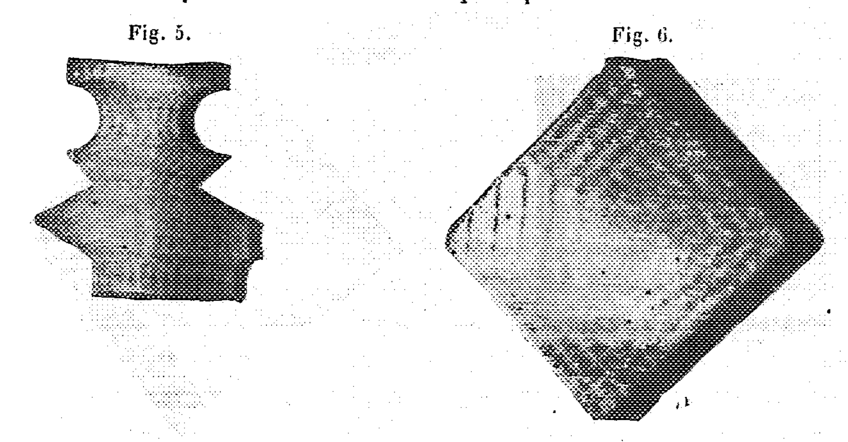


Fig. 5. Fig. 6.

» Il est à remarquer que les deux systèmes de lignes, venant des bords opposés, vont l'un vers l'autre : que les lignes se rencontrent, se coupent et se dépassent; aussi il se voit parfois, près d'un des bords du morceau de métal scié, les traces des lignes provenant du bord opposé.

» Quand les bords opposés sont asymétriques, les deux systèmes de lignes paraissent s'affaiblir en se rencontrant.

» Il peut y avoir, dans certains cas, un troisième système de lignes; ainsi dans la *fig*. 6, représentant le sciage d'une barre à section carrée sciée suivant la diagonale, on voit, en plus des deux systèmes de lignes constatés *fig*. 2, un troisième système produit par un mouvement vibratoire supplémentaire occasionné, semble-t-il, par un serrage élastique de la barre pendant l'opération du sciage.

» Ces lignes sont différentes des lignes de Lüders, car elles sont constantes, régulières, géométriques et de forme déterminée, obéissant toujours à cette même loi d'être parallèles aux profils des bords attaqués par le trait de scie.

» Ces lignes semblent représenter des ondes, résultat d'un mouvement vibratoire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les expériences de M. Rowland relatives à l'effet magnétique de la « convection électrique »* ([1]). Note de M. **V. Crémieu**, présentée par M. H. Poincaré.

« J'ai montré précédemment ([2]) comment j'étais arrivé expérimentalement à conclure que la *convection électrique* ne produit pas d'effet magnétique. M. Rowland et M. Himstedt ([3]), en étudiant l'action directe d'un disque tournant chargé sur une aiguille aimantée, sont arrivés à une conclusion inverse. J'ai repris leurs expériences avec un appareil basé sur le même principe.

» Pour cela, le disque d'ébonite doré qui m'avait servi dans mes expériences précédentes a été monté, avec son axe, dans un bâti de bronze dont la *fig*. 1 montre le plan et la coupe.

» Sur les faces internes de ce bâti l'on a vissé des plateaux de laiton *bb* formant l'armature externe du condensateur, dont le disque constitue l'armature interne. Mais pour pouvoir diviser cette armature externe en secteurs isolés, comme la dorure du disque tournant, les faces internes des plateaux de laiton ont été recouvertes de feuilles

---

([1]) Travail effectué au laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne.

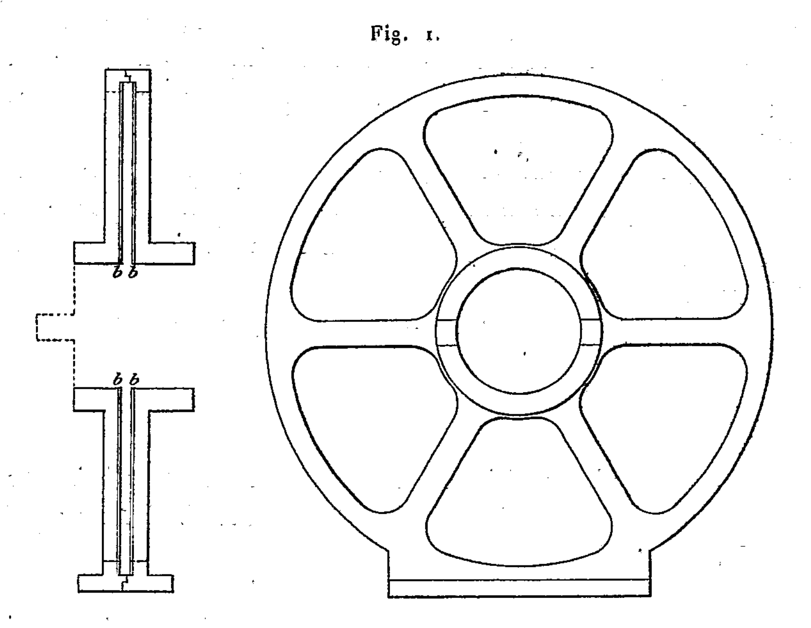
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1544; 1900, et t. CXXXI, p. 578; 1900.

([3]) *Pogg. Ann.*, t. CLVIII, p. 487. — *Phil. Mag.*, p. 445; 1889. — *Wied. Ann.*, t. XXXVIII, p. 560; 1889.

minces de mica, sur lesquelles ont été collés des secteurs de papier d'étain séparément reliés au sol.

» Un système astatique, portant un miroir de 4^m de foyer, est suspendu de façon que son aiguille inférieure se trouve au niveau du bord supérieur du disque tournant;

Fig. 1.



elle est parallèle au plan de ce disque et se trouve à 15^{mm} en avant de ce plan. L'aiguille supérieure du système est à 11^{cm} de la première.

» Le disque d'ébonite a 37^{cm} de diamètre. Il est doré à partir d'une circonférence de 17^{cm} de diamètre. Une spire de fil de cuivre, de diamètre calculé égal à celui de la partie moyenne agissante du disque, est fixée dans l'appareil et permet de comparer à chaque instant l'effet du disque tournant à celui d'un courant de conduction équivalent envoyé dans cette spire.

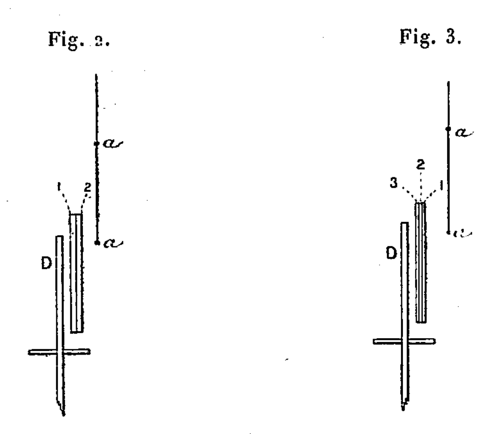
» Les données numériques des expériences étaient les suivantes :

Sensibilité du galvanomètre formé par le système astatique et la spire témoin..........	2×10^5	à $3,7 \times 10^5$
Densité superficielle électrique sur le disque........	1,8	à 4,1 élect. C.G.S.
Intensité calculée du courant de convection.........	7×10^{-5}	à 5×10^{-4} ampère
Déviations correspondantes calculées..............	12	à 175^{mm}

» *Or je n'ai pu observer aucune déviation.*

» J'ai d'abord vérifié que ce résultat n'était modifié ni par le mode de charge du disque (étincelle ou balai, axial ou périphérique), ni par un isolement défectueux de celui-ci.

» Il y avait une autre différence entre les dispositifs de M. Rowland et de M. Himstedt et le mien. Dans leurs expériences, le système astatique *aa* (*fig.* 2) se trouve séparé du disque tournant D par des plateaux fixes formés de secteurs d'étain 1 collés sur de l'ébonite ou du verre 2.



Dans mes expériences, le système *aa* (*fig.* 3) est séparé du disque par deux couches métalliques : laiton 1, étain 3, entre lesquelles se trouve la feuille de mica 2.

» J'ai alors remplacé ces plateaux laiton, mica, étain par des plateaux ébonite-étain. Dans ces conditions, j'ai obtenu des déviations réversibles à la fois avec le signe de la charge et le sens de la rotation du disque; leur sens coïncide avec celui que donnerait l'effet magnétique de la convection électrique.

» C'est là le résultat de M. Rowland et de M. Himstedt. Mais le hasard de l'expérimentation m'a permis de constater que ces déviations disparaissent dès qu'on interpose une seconde couche métallique, parallèle et voisine de la couche d'étain, entre le disque et le système astatique.

» *Ces déviations ne sont donc pas dues au champ magnétique du courant continu auquel équivaudrait la convection électrique.* Une plaque métallique ne peut, en effet, ni diminuer ni supprimer l'action magnétique d'un courant continu, comme il est du reste facile de le vérifier dans mes expériences, à l'aide de la spire témoin.

» D'autre part, l'ordre de grandeur de ces déviations s'accorde bien avec celui calculé pour la convection électrique lorsque celles-ci seraient faibles, mais elle n'augmente pas avec les conditions qui feraient croître cette convection. Je n'ai pu, en effet, obtenir plus de 12^{mm} à 14^{mm}, alors même que la convection aurait dû donner 175^{mm}.

» Une étude détaillée, et qui sera publiée plus tard, des circonstances dans lesquelles ces déviations peuvent être obtenues et modifiées semble montrer qu'elles sont dues à une succession très rapide de courants instantanés, qui se produisent dans les secteurs d'étain fixes sous l'action des secteurs chargés du disque tournant.

» Lorsque ces secteurs fixes se trouvent, comme dans les premiers essais que j'ai faits, situés au voisinage d'une plaque conductrice, les courants instantanés développés dans l'étain induisent des courants de sens inverse dans cette plaque. L'effet total sur le système astatique est nul. Mais, si cette plaque n'existe pas, comme dans les expériences de MM. Rowland et Himstedt, l'aiguille aimantée prendra une déviation permanente résultant d'un grand nombre de petites impulsions.

» Le fait important, c'est que le disque tournant chargé ne donne pas de déviations comparables à celles d'un courant continu.

» Il résulte donc bien de ces dernières expériences, comme de celles que j'ai publiées antérieurement, *que la convection électrique ne produit pas d'effet magnétique.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dédoublement, par les alcalis, des acétones à fonction acétylénique* (¹). Note de MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons montré récemment (²) que les alcalis décomposent l'acétylphénylacétylène avec formation de phénylacétylène et d'acide acétique, d'après l'équation

$$C^6H^5 - C \equiv C - CO - CH^3 + H^2O = C^6H^5 - C \equiv CH + CH^3CO^2H,$$

et que le benzoylphénylacétylène est dédoublé dans les mêmes conditions en acétophénone et acide benzoïque

$$C^6H^5 - C \equiv C - CO - C^6H^5 + 2H^2O = C^6H^5 - CO - CH^3 + C^6H^5.CO^2H.$$

» Nous nous sommes proposé de rechercher : 1° si la décomposition des acétones acétyléniques par les alcalis est un fait général; 2° lequel des deux modes de décomposition (mise en liberté de carbure acétylénique ou d'acétone) s'effectue de préférence.

» Les deux acétones acétyléniques qui précèdent dérivent d'un carbure

---

(¹) École supérieure de Pharmacie de Paris.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1259.

cyclique, le phénylacétylène; les deux nouvelles acétones que nous étudions aujourd'hui ont été obtenues avec un carbure acyclique, l'œnanthylidène (1).

» *Acétylœnanthylidène* : $CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv C - CO - CH^3$. — La potasse en solution aqueuse étendue, qui est sans action sur ce corps à froid, l'attaque rapidement à chaud. On chauffe à reflux l'acétylœnanthylidène (1 mol.) avec de la potasse (3 mol.) dissoute dans dix fois son poids d'eau. Après six heures d'ébullition, on fait passer dans la liqueur devenue jaunâtre un courant de vapeur d'eau, qui entraîne au début une huile légère, douée d'une odeur agréable de bonbons anglais.

» Cette huile est décantée et séchée; après rectification, elle distille presque tout entière entre 148° et 152°; elle répond, d'après l'analyse, à la formule brute $C^7H^{14}O$; traitée par le chlorhydrate de semi-carbazide et l'acétate de soude, elle fournit une semi-carbazone fusible à 121°-123°. Or, la méthylamylcétone (2)

$$CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^3$$

possède exactement la même odeur et distille au même point; elle nous a donné, en outre, la même semi-carbazone. Notre produit n'est donc autre que la méthylamylcétone.

» La couche aqueuse, séparée par décantation de la méthylamylcétone, sent encore nettement les bonbons anglais. Si l'on en distille le tiers environ, on élimine complètement la méthylamylcétone; en sorte que le résidu est complètement inodore. Dans ce résidu, nous avons caractérisé l'acétone ordinaire par la réaction *immédiate* de l'iodoforme, que ne donne *instantanément* aucune autre acétone. La production de ce corps, d'ailleurs, est nécessairement corrélative de celle d'acide caproïque (voir plus loin la théorie de la réaction); cet acide prend effectivement naissance, ainsi que nous allons le montrer.

» La liqueur alcaline, résidu de l'entraînement desacétones par la vapeur d'eau, contient de l'acide caproïque et de l'acide acétique. Pour le démontrer, après avoir acidulé par HCl, on distille tant que la liqueur qui passe rougit le tournesol, en recueillant à part le premier quart. Cette portion, d'aspect trouble, renferme, sous forme d'une huile légère surnageant le liquide aqueux, presque tout l'acide caproïque, immédiatement reconnaissable à sa forte odeur de rance. On l'agite avec de l'éther, on décante la couche éthérée, et l'on évapore l'éther; le résidu, traité par l'acétate de zinc en solution aqueuse concentrée, fournit aussitôt un abondant précipité blanc, cristallin, qui possède la composition du caproate de zinc et caractérise, par conséquent, l'acide caproïque $CH^3 - (CH^2)^4 - CO^2H$.

» Quant à l'acide acétique, on le met en évidence, dans la liqueur acide distillée ayant passé en premier lieu, en faisant la réaction spécifique du cacodyle.

» D'après ce qui précède, la potasse décompose à l'ébullition l'acétyl-

(1) *Comptes rendus*, 29 octobre 1900.

(2) Schorlemmer, *Ann. Lieb.*, t. CLXI, p. 279. — Béhal, *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, t. XV, p. 270. — Desgrez, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IX, p. 883.

œnanthylidène, avec production de méthylamylcétone, d'acétone ordinaire, d'acide caproïque et d'acide acétique.

» La production des deux acétones et des deux acides s'explique aisément si l'on admet que l'acétylœnanthylidène, sous l'influence de la potasse, fixe d'abord une molécule d'eau, en donnant l'acétylcaproylméthane $CH^3 - (CH^2)^4 CO - CH^2 - CO - CH^3$; cette dicétone β se dédouble ensuite comme toutes les substances analogues; et, comme elle n'est pas symétrique, que les deux radicaux unis au groupement fonctionnel $- CO - CH^2 - CO -$ sont différents, elle subit simultanément les deux dédoublements possibles, conformément aux équations

a.
$$CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^2 - CO - CH^3 + H^2O$$
$$= CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^3 + CH^3 - CO^2H,$$

b.
$$CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^2 - CO - CH^3 + H^2O$$
$$= CH^3 - (CH^2)^4 - CO^2H + CH^3 - CO - CH^3.$$

» Faisons observer, comme confirmation de cette manière de voir, que l'acétylcaproylméthane, déjà préparé par nous en hydratant l'acétylœnanthylidène au moyen de l'acide sulfurique ([1]), nous a donné, sous l'action de la soude en solution aqueuse à l'ébullition, les quatre mêmes produits de dédoublement que l'acétylœnanthylidène.

» *Benzoylœnanthylidène :* $CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv C - CO - C^6H^5$. — L'action de la potasse sur le benzoylœnanthylidène est parallèle à l'action de la potasse sur l'acétylœnanthylidène : il y a production simultanée de deux acétones, la méthylamylcétone $CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^3$ et l'acétophénone $C^6H^5 - CO - CH^3$, et de deux acides, l'acide caproïque

$$CH^3 - (CH^2)^4 - CO^2H$$

et l'acide benzoïque $C^6H^5 - CO^2H$.

» La méthylamylcétone a été séparée de l'acétophénone par le bisulfite de soude, qui s'unit à la première et non à la seconde; chaque acétone a été ensuite identifiée par sa semi-carbazone. On a séparé l'acide caproïque de l'acide benzoïque par entraînement fractionné à la vapeur d'eau; le premier a été caractérisé par son odeur spéciale et l'analyse de son sel d'argent, et l'acide benzoïque par son point de fusion (121°).

» Comme dans le cas de l'acétylœnanthylidène, la formation des deux acétones et des deux acides s'explique en admettant que le benzoylœnan-

---

([1]) *Comptes rendus*, 29 octobre 1900.

thylidène commence par fixer une molécule d'eau pour donner le benzoylcaproylméthane $CH^3-(CH^2)^4-CO-CH^2-CO-C^6H^5$. Cette dicétone β non symétrique se dédouble ensuite, d'une part en méthylamylcétone et acide benzoïque, de l'autre en acétophénone et acide caproïque.

» *En résumé*, on peut déjà tirer de ces expériences et de celles que nous avons rapportées antérieurement [1] une première conclusion : en thèse générale, les solutions d'alcalis bouillantes décomposent les acétones acétyléniques.

» Quant au mode de décomposition, si l'on remarque que le benzoylphénylacétylène, l'acétylœnanthylidène et le benzoylœnanthylidène se dédoublent en produits acides et cétoniques (un seul acide et une seule acétone dans le cas du benzoylphénylacétylène, à cause de la symétrie de la dicétone β correspondante) [2], la décomposition des acétones acétyléniques en acides et acétones apparaît comme la règle générale; en sorte que le dédoublement de l'acétylphénylacétylène en phénylacétylène et acide acétique constitue une exception. Il ne sera pas sans intérêt, d'ailleurs, de préparer et d'étudier d'autres acétones acétyléniques, afin de préciser, si possible, dans quels cas s'effectue la décomposition en carbure acétylénique et acide, laquelle demeure jusqu'ici particulière à l'acétylphénylacétylène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'acide camphorique et les migrations qui s'accomplissent dans sa molécule* [3]. Note de M. G. **Blanc**.

« Toutes les Notes précédentes que j'ai publiées sur la constitution de l'acide camphorique ont eu pour but principal de démontrer que l'on devait représenter l'acide isolauronolique par le schéma

```
CH³   CH³
   \ /
    C
CH²/ \C/CH³
 |    ||
CH²———C — CO²H
```

» Comme cet acide dérive de l'acide camphorique par perte des éléments de l'eau et d'oxyde de carbone, on en déduit le plus simplement,

(1) Ch. Moureu et R. Delange, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1259.
(2) *loc. cit.*
(3) Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

pour l'acide camphorique lui-même, la formule de constitution

$$
\begin{array}{c}
CH^3 \quad CH^3 \\
\diagdown \diagup \\
C \\
CH^2 \diagup \quad \diagdown C \diagup^{CH^3}_{\diagdown CO^2H} \\
| \qquad\quad | \\
CH^2 ——— CH—CO^2H
\end{array}
$$

» C'est celle qui a été établie autrefois par Bouveault (1), qui a montré, en même temps que moi, qu'elle expliquait convenablement toutes les réactions de cet acide et aussi du camphre (2).

» Cependant, plusieurs objections graves se sont élevées dans ces derniers temps contre cette formule.

» En particulier, les travaux de Lapworth sur la transformation de l'acide homocamphorique en acide camphoronique (3), de Tiemann sur l'acide dihydrocampholénique (4), qui apportent une si forte évidence en faveur de la formule de Bredt, m'ont engagé à vérifier la valeur du raisonnement qui m'avait conduit (5) à la formule de l'acide camphorique, connaissant celle de l'acide isolauronolique.

» Ce raisonnement me paraissant toujours parfaitement exact, il faut en conclure que, si la formule de Bouveault est inexacte, le passage de l'acide camphorique à l'acide isolauronolique se fait en même temps qu'une transposition moléculaire.

» J'ai le premier (6) appelé l'attention sur l'analogie qui me paraissait exister entre les acides campholytique et isolauronolique et les acides α et β campholéniques, relation que j'avais cru démontrer complètement; mais, me rangeant à l'opinion de Walker (7), j'avais momentanément abandonné cette idée et pensé que les acides campholytique et isolauronolique devaient vraisemblablement être considérés comme stéréo-isomères.

» Cependant, pour appuyer ma conviction, et à la demande de M. W.-A. Noyes, j'avais entrepris l'oxydation de l'acide campholytique afin de démontrer directement sa constitution. Ce Travail était terminé quand a paru la Note posthume de Ferd. Tiemann publiée par les soins de

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XVII, p. 990.
(2) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, p. 466 et 568 et p. 277, 285, 351 et 699.
(3) *Chem. Soc.*, t. LXXVII, p. 1053.
(4) *Ber.*, t. XXXIII, p. 1929.
(5) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, p. 533.
(6) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIII, p. 693.
(7) *Chem. Soc.*, t. LXXVII, p. 374.

M. Kerschbaum ([1]). Comme mes expériences, bien que ne portant pas sur le même acide ([2]), sont absolument d'accord avec celles de Tiemann, je n'en donnerai pas le détail; je dirai seulement que je suis arrivé à transformer l'acide campholytique en une lactone (campholytolactone de Tiemann), fusible à 114°-115°, et par oxydation en acide diméthyltricarballylique, fusible à 156°-157°. D'après cela, la constitution de l'acide campholytique doit être représentée par le schéma

$$\begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown \diagup \\ C \\ CO^2H.CH\overset{1}{\diagup\diagdown}C-CH^3 \\ {}_{5}\,|\qquad\|\,{}_{2} \\ CH^2\overset{4\quad 3}{—}CH \end{array}$$

» Cet acide n'est autre chose que l'acide isolauronolique dans lequel le carboxyle occupe la position 5 au lieu de la position 3. Comme il n'est pas possible de supposer qu'un carboxyle puisse cheminer d'une place à une autre dans le noyau, dans la transformation de l'acide campholytique en acide isolauronolique, j'ai pensé à expliquer cette transposition par un mécanisme analogue à celui de la transformation de l'alcool pinacolique en tétraméthyléthylène symétrique : permutation d'un groupe méthyle avec un oxhydrile, puis élimination d'eau. Cette transposition, qui s'applique aussi à la transformation de l'acide α-campholénique en acide β, du chlorure de campholyle en campholène, peut s'exprimer ainsi :

$$\underbrace{\begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown \diagup \\ C \\ CO^2H.CH\diagup\diagdown C-CH^3 \\ |\qquad\| \\ CH^2—CH \end{array}}_{\text{Acide campholytique.}} \rightarrow \begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown \diagup \\ C \\ CO^2H.CH\diagup\diagdown C\begin{array}{l}\diagup OH \\ \diagdown CH^3\end{array} \\ |\qquad| \\ CH^2—CH^2 \end{array}$$

$$\rightarrow \begin{array}{c} CH^3 \quad OH \\ \diagdown \diagup \\ C \\ CO^2H.CH\diagup\diagdown C\begin{array}{l}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3\end{array} \\ |\qquad| \\ CH^2—CH^2 \end{array} \rightarrow \underbrace{\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ C \\ CO^2H.C\diagup\!\!\!\diagup\diagdown C\begin{array}{l}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3\end{array} \\ |\qquad| \\ CH^2—CH^2 \end{array}}_{\text{Acide isolauronolique.}}$$

([1]) *D. ch. G.*, t. XXXIII, p. 2935.

([2]) Tiemann a oxydé l'acide campholytique actif dérivé de l'acide dihydroaminocampholytique, tandis que je me suis adressé à l'acide inactif dérivé de l'acide isolauronolique par le procédé de Walker et plus commode à se procurer.

» La transposition inverse est possible puisque nous savons, d'après Walker, que l'on peut transformer l'acide isolauronolique en acide campholytique.

» Comme l'acide campholytique est le produit normal de dégradation de l'acide camphorique, tandis que l'acide isolauronolique n'est qu'un produit de transposition, il s'ensuit que le raisonnement de Bouveault, aussi bien que celui de Noyes et le mien, est illusoire et que la formule de l'acide camphorique qui en dérive doit être abandonnée.

» Des développements complémentaires seront fournis dans le prochain *Bulletin de la Société chimique*.

» En terminant, je désire remercier M. Kerschbaum, le distingué collaborateur de Tiemann, de la permission qu'il m'a accordée de publier ces résultats qui viennent, dans l'ordre chronologique, après la publication des siens. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'évolution des composés terpéniques dans le géranium.* Note de M. **Eug. Charabot** [1].

« J'ai montré déjà les relations qui existent entre les phénomènes spécifiques des deux principales phases de la végétation et les processus suivant lesquels les composés terpéniques se transforment dans la plante, lorsque ces composés sont : des terpènes, des alcools (à l'état libre et à l'état d'éthers composés) et les cétones correspondantes coexistant dans les végétaux. Je me propose maintenant d'étendre le problème au cas d'une huile essentielle, celle de géranium, renfermant, en même temps que deux alcools terpéniques (à l'état libre et à l'état d'éthers), une cétone ne correspondant, d'une façon immédiate, à aucun de ces alcools.

» Les composés alcooliques contenus dans l'essence de géranium sont : 1° le *géraniol* $C^{10}H^{18}O$; 2° un alcool $C^{10}H^{20}O$ qui ne diffère du géraniol que par 2 atomes d'hydrogène à la place d'une double liaison. Cet alcool $C^{10}H^{20}O$ est appelé *rhodinol* par MM. Barbier et Bouveault. Le constituant cétonique de l'essence de géranium est, d'après M. Monnet (brevet pour la préparation du *rhodinol*), identique avec la *menthone* contenue dans l'essence de menthe indigène.

» Un premier échantillon d'huile essentielle a été préparé dans le midi de la France, le 18 juillet 1899, avec des plantes vertes. Le rendement a été de 0,0623 pour 100. Le 21 août, des plantes encore vertes, coupées dans le même champ, ont fourni un second échantillon d'huile essentielle, avec un rendement de 0,048 pour 100. Les plantes de géranium n'avaient atteint leur maturité complète que vers le 15 septembre.

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

» Voici les résultats de l'étude des deux produits :

	Produit récolté	
	le 18 juillet.	le 21 août.
Densité à 15°	0,897	0,899
Pouvoir rotatoire ($l = 100^{mm}$)	$-10°$	$-10°16'$
Coefficient de saturation des acides	43,8 %	41,0 %
Ether (calculé en tiglate de géranyle)	5,8 »	10,0 »
Alcool libre (calculé en $C^{10}H^{18}O$)	64,0 »	62,1 »
Alcool total	67,8 »	68,6 »

» On voit que : 1° *L'acidité diminue pendant la maturation de la plante;* 2° *Comme dans tous les cas que j'ai passés en revue antérieurement* (*Comptes rendus*, t. CXXIX, CXXX et CXXXI), *l'essence de géranium s'enrichit en éthers pendant la végétation;* 3° *La proportion d'alcool total augmente légèrement et la quantité d'alcool libre diminue, mais moins sensiblement que ne le comporte l'augmentation des éthers,* de sorte que, au cours de l'éthérification, qui s'effectue ici sans déshydratation, une petite quantité d'alcool prend naissance.

» Le dosage de la menthone, effectué par hydrogénation et évaluation de la quantité de menthol formée par suite de cette opération, donne ici des résultats sensiblement trop faibles, mais comparatifs. Voici ces résultats :

	Produit récolté	
	le 18 juillet.	le 21 août.
Coefficient de sap. de l'essence acétylée	208,8	213,5
Coefficient de sap. de l'essence hydrogénée et acétylée	207,1	209,7

» Ces nombres, sans signification absolue, montrent cependant que les échantillons examinés, *qui avaient été préparés avec des plantes vertes,* ne renfermaient pas, ou plutôt ne *pouvaient contenir que de faibles quantités de menthone.*

» En présence de résultats semblables, il était nécessaire d'appliquer la méthode de dosage à un produit provenant de la même récolte, mais préparé après la floraison et la maturation complète des plantes. J'ai obtenu alors les résultats que voici :

Coefficient de sap. de l'essence hydrogénée et acétylée	200
Coefficient de sap. de l'essence acétylée	213,1
Coefficient de sap. correspondant à la menthone	13,1

» Ces nombres permettent de conclure que, dans ce cas encore, *le constituant cétonique prend naissance principalement à l'époque où la plante possède la plus grande activité respiratoire.* Le résultat est donc le même que lorsqu'il s'agit de cétones ou d'aldéhydes existant, dans la plante considérée, à côté des alcools correspondants ou bien succédant à ces alcools au cours de la végétation.

» Il était intéressant, enfin, d'extraire et d'examiner comparativement les portions alcooliques des essences étudiées. Cet examen m'a montré que *la proportion de rhodinol par rapport à celle de géraniol augmente pendant la végétation.*

» *Conclusions.* — Ces observations prouvent que, ici encore, l'éthérification s'effectue au fur et à mesure du développement de la plante. Du fait que la portion alcoolique de l'essence s'enrichit en rhodinol, peut-on conclure que cet enrichissement s'effectue aux dépens du géraniol? Cela me paraîtrait encore téméraire. Toutefois, cette transformation du géraniol en rhodinol, d'après l'équation

$$C^{10}H^{18}O + 2H = C^{10}H^{20}O,$$

paraît assez vraisemblable, d'autant plus qu'elle s'effectuerait dans les parties vertes de la plante qui, on le sait, constituent des milieux très réducteurs. Cette hypothèse concorderait donc à la fois avec les observations d'ordre chimique que j'ai faites, et avec les données physiologiques que nous possédons. D'ailleurs, le passage du géraniol au rhodinol a pu être réalisé *in vitro* par Tiemann (*D. chem. G.*, t. XXXI, p. 2899).

» Enfin, les relations existant entre les composés de la série du menthol et ceux du groupe du rhodinol permettent de concevoir la formation de la menthone aux dépens de ce dernier alcool. MM. Barbier et Bouveault (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 674 et 795) et, plus récemment, M. Bouveault (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIII, p. 458 et 463) ont démontré, en effet, que la menthone gauche prend naissance par oxydation du rhodinol et par isomérisation spontanée du rhodinal. Ces faits, rapprochés de mes observations sur les tendances que possèdent les composés terpéniques à s'oxyder dans la plante, montrent bien que le rhodinol s'oxyde pendant la végétation pour donner naissance au rhodinal, qui se transforme ensuite spontanément en menthone. D'ailleurs, cette cétone se forme surtout lors de la floraison, époque à laquelle la quantité d'oxygène fixée par les tissus devient notable.

» Ainsi, le fait que les aldéhydes et les cétones prennent naissance notamment dans les organes susceptibles de fixer énergiquement l'oxygène apparaît avec une généralité suffisante. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de l'invertine ou sucrase dans les raisins.* Note de M. V. **Martinand**.

« Dans le jus de tous les raisins de variétés diverses que j'ai pu me procurer, j'ai constaté la présence d'une quantité notable d'invertine.

» Ces essais ont été faits à l'abri de toute cause d'introduction d'invertine par les

levures qui pouvaient se trouver à la surface des raisins. Les grains de raisin ont été détachés de la grappe, flambés à la flamme du gaz, puis laissés quelques minutes dans une solution au millième de bichlorure de mercure, lavés à l'eau stérilisée et, finalement, écrasés : c'est sur le moût non filtré que j'ai recherché l'invertine.

» Avant de procéder au dosage de la sucrase, j'ai déterminé quelques-unes de ses propriétés utiles à connaître pour faire ce dosage : 1° son action sur le saccharose est maximum à la température de 54-56 degrés centigrades; 2° la dose d'acide acétique que l'on doit ajouter pour que son action soit maximum est comprise entre cinq et treize millièmes; cette diastase ne passe pas à travers les filtres de porcelaine, elle est arrêtée partiellement par les filtres en papier employés dans les laboratoires.

» Ces quelques propriétés la rapprochent de la diastase secrétée par l'*Aspergillus niger* et la différencient nettement de celle secrétée par les levures de vin et de bière.

» J'ai suivi, pour doser cette diastase, la méthode de M. A. Fernbach (1), en prenant la même unité de sucrase, c'est-à-dire celle capable d'intervertir $0^{gr},20$ de saccharose en une heure, à la température de 56°, en présence d'un centième d'acide acétique.

» Voici quelques résultats : l'unité de sucrase se trouve, pour le Jacquez, dans un dixième de centimètre cube de moût; pour la Clairette, dans trois dixièmes; pour le Portugais bleu, dans trente-huit centièmes; pour l'Aramon, dans quatre dixièmes.

» Ces quelques résultats démontrent que la quantité de sucrase contenue dans les raisins est considérable, car elle est capable, dans les conditions de mes essais, d'intervertir, avec le Jacquez par exemple, une quantité de saccharose presque double de la quantité de moût mise en œuvre.

» A la température de végétation de la Vigne et de la fermentation du moût de raisin, à 30°, l'augmentation du sucre interverti est aussi très élevée. Au bout de deux heures, j'ai constaté par centimètre cube de moût une augmentation de $0^{gr},20$ de sucre interverti.

» On la retrouve dans les feuilles de la Vigne : $2^{gr},5$ de feuilles fraîches donnent l'unité de sucrase.

» La sucrase contenue dans le raisin est donc suffisante pour transformer tout le saccharose qui peut s'y trouver, sans que les acides organiques du raisin aient à intervenir.

» MM. Fallot et Michon (2) ont signalé la présence de la sucrase dans le vin. J'ai recherché si elle provenait de la levure ayant produit le vin ou du moût lui-même.

» Si l'on chauffe du moût de Clairette pour détruire la sucrase et qu'on le fasse

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, p. 1; année 1900.

(2) *Revue de Viticulture*.

ensuite fermenter, on trouve qu'il ne contient plus que des traces de diastase : 5^{cc} ne donnent qu'une augmentation de sucre interverti de 3^{mgr}.

» Dans le vin fait avec le même moût de Clairette non chauffé, l'unité de sucrase est donnée par onze dixièmes de centimètre cube, tandis que, dans le moût avant fermentation, trois dixièmes de centimètre cube seulement donnent l'unité de sucrase. D'après ces deux essais, la sucrase que l'on trouve dans le vin provient du raisin, et la fermentation diminue la quantité initiale de sucrase au lieu de l'augmenter.

» Cette diastase paraît s'oxyder moins facilement que celles provenant d'autres sources. Car les raisins secs de Corinthe, qui en se desséchant subissent une oxydation assez grande pour que la diastase oxydante qu'ils contiennent disparaisse, renferment cependant une forte dose de sucrase : l'unité pour le moût de raisin sec de Corinthe, après reprise de l'eau de végétation, se trouve dans 1^{cc}, 2.

» Cependant la sucrase disparaît complètement dans les vins ayant subi une forte oxydation, comme celle que provoque la maladie de la casse oxydante. Elle est absente aussi dans les vins atteints de maladies microbiennes, telles que la *tourne* et la *pousse*.

» Cette dernière particularité peut permettre de différencier les vins sains, de bonne conservation, d'avec ceux qui ne le sont pas. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Les anciens cours de l'Aar, près de Meiringen (Suisse)*. Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. de Lapparent.

« Le Hasli, c'est-à-dire la vallée supérieure de l'Aar, entièrement taillée dans le granit et dans les gneiss du massif du Finsteraarhorn, s'évase à Innertkirchen sous la forme d'une plaine d'alluvions relativement large. Celle-ci est barrée en aval par une muraille calcaire, le *Kirchet*, que l'Aar traverse par une gorge profonde justement célèbre. Cette barre sépare complètement la vallée du Hasli de la plaine d'alluvions du lac de Brienz; en son point le plus bas elle domine encore la partie d'amont d'une centaine de mètres.

» La résistance à l'érosion d'un tel rempart calcaire apparaît comme un des plus énigmatiques problèmes de la formation des vallées. Il faut que des conditions spéciales aient protégé cette masse striée par les glaciers, et couverte d'abondantes moraines, contre l'action si intense de l'Aar qui, immédiatement en amont, avec le concours de deux torrents latéraux,

l'Urbachwasser et le Triftwasser, a pu creuser dans le gneiss la dépression elliptique à fond plat d'Innertkirchen.

» L'étude détaillée des moraines qui couvrent le Kirchet nous donne l'explication de cette étrange disposition.

» On remarque tout d'abord qu'une dépression suivie par la route est un ancien thalweg que l'on peut démontrer être aussi étroit et aussi profond, sinon plus, que la gorge actuelle. C'est là une gorge interglaciaire, comblée en partie par la moraine. A côté, on peut suivre les traces d'un semblable accident moins évidé, puis une troisième gorge plus fraîche avec des traces de marmites de géants, qui suit parallèlement sur 600^m le thalweg actuel. Enfin on peut encore reconstituer une voie transversale qui faisait communiquer à un moment donné deux des gorges comblées avec celle où coule aujourd'hui l'Aar. Par places, d'autres sillons sont visibles; ils sont moins profonds que les précédents, qui tous atteignent au moins le niveau moderne.

» Ainsi la barre du Kirchet a été sillonnée par au moins cinq gorges successives; au lieu d'être un rempart continu, ce n'ést plus qu'une masse morcelée.

» Il s'agit là d'un très remarquable phénomène d'*épigénie* ou de *surimposition glaciaire*. Tour à tour les gorges ont été comblées par la moraine, et chaque fois le torrent s'est creusé un nouveau lit profond, peut-être sous-glaciaire, ainsi que l'on en voit souvent lorsque les glaciers se retirent.

» Ces faits nous permettent d'expliquer la conservation énigmatique de la colline calcaire, dont les couches sont en continuité absolue avec celles des flancs de la vallée.

» Pour que cette barre ait ainsi pu se conserver, il suffit que, lors de la fixation de la courbe d'équilibre, une cause quelconque ait momentanément arrêté l'action de l'érosion latérale de la vallée en ce point. Une moraine épaisse a pu jouer ce rôle, et une fissure si fréquente dans les terrains calcaires a pu faciliter, suivant une ligne, l'établissement du cours. C'est alors que les glaciers, réoccupant les lieux au moins cinq fois, arrêtés par la barre naissante, ont comblé les gorges tour à tour, forçant l'Aar à limiter son travail, grâce au déblaiement considérable qu'elle avait à faire des moraines. La rivière ne pouvait alors, dans le nouveau cycle d'érosion où elle entrait, que creuser une nouvelle gorge étroite, de nouveau comblée avant que le torrent ait pu en abattre les parois. En aval et

en amont, le cours étant moins embarrassé, l'Aar a pu creuser une large vallée, et ainsi la hauteur de la barre s'est graduellement accentuée.

» L'apport plus considérable de matériaux sur cet emplacement, plutôt qu'en aval et qu'en amont, s'explique aisément par les deux grands glaciers latéraux qui rejoignaient l'Aar à Innertkirchen. Les moraines réunies sur un espace restreint présentaient à l'emplacement du Kirchet une épaisseur plus localisée, et par conséquent plus considérable, et la barre une fois créée entraînait par elle-même l'arrêt des glaciers, ainsi qu'en témoignent de nos jours les formidables dépôts morainiques qu'on y observe.

» Dans les parties plus élevées du Hasli, des rétrécissements existent souvent en aval des confluences. Ils ont une origine semblable.

» Cette explication s'appuie sur une série d'autres exemples que nous avons observés dans plusieurs vallées alpines, où nous avons constaté une série de stades intérimaires moins frappants, car ils sont moins grandioses, mais où l'on peut voir coupant la barre, sciée en gorge par le cours d'eau, d'anciens thalwegs comblés par les moraines et plus ou moins parallèles au thalweg actuel. L'exemple de Meiringen peut être considéré comme le plus compliqué, mais aussi comme un des plus remarquables phénomènes de surimposition glaciaire des vallées alpines. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la régénération de l'air confiné, au moyen du bioxyde de sodium.* Note de MM. **Desgrez** et **Balthazard**, présentée par M. Ch. Bouchard. (Extrait.)

« Nous avons eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, dans sa séance du 6 février 1899, un procédé de régénération de l'air confiné, au moyen du bioxyde de sodium, et nous avons montré dernièrement (séance du 13 août 1900) que ce procédé est applicable à l'homme : nous avons décrit et fait fonctionner, devant l'Académie, l'appareil qui permet cette application.

» A l'occasion de la récente Note de M. G.-F. Jaubert, insérée aux *Comptes rendus* du 29 octobre dernier, nous sera-t-il permis de faire remarquer que personne n'avait publié cette méthode avant nous.... La Note, invoquée par ce savant comme prise de date et présentée à l'Académie de Médecine le 24 janvier 1899, est relative à un procédé de régénération de

l'air, dont les auteurs n'indiquent nullement le réactif auquel ils ont eu recours.... »

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 NOVEMBRE 1900.

La vie de Pasteur, par RENÉ VALLERY-RADOT. Paris, Hachette et Cie, 1900; vol. in-8°. (Présenté par M. Duclaux. Hommage de l'Auteur.)

Quatre opuscules *sur le phylloxera*, par MM. H. et A. MALBOT. Alger, 1895-1896. 4 fasc. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

L'aluminium en électricité, par G. CHARPENTIER-PAGE. (Supplément au n° 10 du journal *L'Électrochimie*, octobre 1900.) 1 fasc. pet. in-4°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publié par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, t. 98 (1re et 2e partie), nouvelle série. Paris, Imprimerie Nationale, 1900; 2 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg, t. XXXI, 4e série. T. I. Paris-Cherbourg, 1898-1900. 1 vol. in-8°.

Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagaskar und Ostafrica in den Jahren 1889-95, von Dr A. VOELTZKOW. Bd II, Heft 2. Francfort-sur-le-Mein, 1900; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Grandidier de la part de l'Auteur.)

The second to none ! by ARTHUR HUEHN. Londres, s. d. 1 fasc. in-8°.

Archives italiennes de Biologie, t. XXXIV, fasc. 1. Turin, 1900; 1 fasc. in-8°.

Bulletin du Comité Geologique de Saint-Pétersbourg, t. XVIII, nos 3 et 10, 1899. Saint-Pétersbourg, 1899-1900; 7 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, année 1899, nos 2 et 3. Moscou, 1900; 1 fasc. in-8°.

Mémoires du Comité Géologique, vol. VII, nos 3 et 4; vol. IX, n° 5; vol. XV, n° 3. Saint-Pétersbourg, 1899; 4 fasc. in-4°.

Physikalische Apparate, Max Kohl; Preisliste n° 12, 1. Teil. Chemnitz, 1900; 1 vol. pet. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 NOVEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur les planètes télescopiques;* par M. DE FREYCINET.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXX, séance du 30 avril 1900), j'ai montré que les 428 premières planètes télescopiques inscrites à l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, — les seules qui fussent complètement déterminées au moment où j'ai exécuté mon travail, — offraient cette double particularité : 1° si on les répartit en trois groupes, d'après leur inclinaison croissant de 10° en 10°, l'excentricité moyenne des planètes de chaque groupe augmente avec l'inclinaison ; 2° si on les divise en deux groupes, en traçant une sphère d'un rayon égal à la moyenne distance

des planètes au Soleil, l'excentricité moyenne du groupe situé au delà de cette sphère est moindre que l'excentricité moyenne du groupe situé en deçà. D'autre part, j'ai établi que les chiffres ainsi déduits des observations coïncident avec ceux qu'on obtiendrait par voie analytique, si les planètes s'étaient formées dans des couches de matière successivement abandonnées par la nébuleuse solaire et qui, après avoir tourné chacune tout d'une pièce autour de l'astre central, se seraient ensuite brusquement rompues. J'ai cru pouvoir conclure qu'entre la distance 2 et la distance 3,5, où évoluent la plupart des astéroïdes, il y avait eu vraisemblablement cinq anneaux distincts. J'ai repris cette dernière question en l'étendant à la totalité de l'amas, qui occupe un espace moitié plus grand. Voici les considérations qui m'ont guidé :

» Si des anneaux ont réellement existé à quelque époque, la distribution actuelle des planètes doit se ressentir de cette phase préliminaire. Par exemple, la distance entre les planètes d'un anneau et celles de l'anneau voisin ayant dû être en général plus grande que la distance entre les planètes d'un même anneau, les séparations des anneaux primitifs doivent se traduire aujourd'hui par des bandes vides, concentriques au Soleil comme les anneaux eux-mêmes. Non, sans doute, que tout vide de ce genre corresponde nécessairement à une séparation d'anneaux, mais les séparations doivent, semble-t-il, se rencontrer parmi les vides caractérisés. Reportons sur un plan les positions des 428 astéroïdes, déterminées par leur inclinaison et leur distance au Soleil; nous observerons plusieurs bandes vides, dont l'épaisseur dépasse 1 centième du rayon de l'orbite terrestre. Dans la région dense, comprenant 408 astéroïdes, se trouvent : 1° une bande de près de 2 centièmes d'épaisseur, entre les distances 2,296 et 2,315; 2° une de 12 millièmes, entre les distances 2,539 et 2,551; 3° une de 2 centièmes 2 millièmes, entre les distances 2,826 et 2,848; 4° enfin une de 19 millièmes, entre les distances 3,071 et 3,09. Il en existe quelques autres, mais elles ne remplissent pas les conditions dont je parlerai plus loin. Dans la région pauvre, où les 20 dernières planètes sont disséminées, trois bandes très amples, dont l'une atteint même 23 centièmes, se font remarquer : 1° entre les distances 3,328 et 3,376; 2° entre les distances 3,55 et 3,78; 2° entre les distances 3,78 et 3,92. Au total, sept bandes séparatives, correspondant à huit anneaux dans l'espace qui s'étend depuis 2,08 jusqu'à 4,27. En tenant compte de diverses indications, j'ai été conduit à dresser le Tableau suivant :

TABLEAU I.

	Distance au Soleil.		Épaisseur (vide séparatif compris).	Nombre de planètes.
Premier anneau..	De 4,27 à	3,91	0,36	5
Deuxième » ..	3,91	3,69	0,22	1
Troisième » ..	3,69	3,37	0,32	12
Quatrième » ..	3,37	3,09	0,28	70
Cinquième » ..	3,09	2,84	0,25	69
Sixième » ..	2,84	2,55	0,29	170
Septième » ..	2,55	2,30	0,25	73
Huitième » ..	2,30	2,08	0,22	28
Totaux.....	De 4,27 à	2,08	2,19	428

» La richesse en astéroïdes est, on le voit, fort inégale. Le deuxième anneau n'en possède qu'un, ce qui n'a rien d'extraordinaire, puisque telle paraît avoir été la règle qui a présidé à la génération des planètes principales. Il se peut, d'ailleurs, que cet anneau ait été très mince et les vides séparatifs très grands, ou que son unique astéroïde ait des dimensions supérieures à la moyenne. Il suffirait d'un diamètre quadruple pour qu'il eût absorbé autant de matière que les quatrième, cinquième et septième anneaux, ou seulement triple, pour qu'il eût absorbé la matière du huitième anneau.

» Il s'agit maintenant de rechercher si les anneaux ainsi déterminés par la configuration de l'amas planétaire satisfont aux conditions essentielles qu'indique l'analyse, comme étant les conséquences de l'hypothèse adoptée au sujet de leur mode de formation.

» Premièrement, la formule donnée dans ma Note antérieure exige que l'épaisseur moyenne des anneaux (vides séparatifs compris) soit 0,29 ou 0,278, selon qu'on fait usage, pour la calculer, de l'excentricité moyenne des planètes situées en deçà de la moyenne distance au Soleil ou de l'excentricité des planètes situées au delà. Or l'étendue totale occupée par les 428 astéroïdes est de 2,19; en divisant par 8, nombre supposé des anneaux, on obtient 0,274, chiffre qui ne s'écarte pas sensiblement de 0,278. La concordance sur ce point est donc établie.

» Secondement, chaque anneau doit individuellement vérifier la relation générale

$$2e = 1 - \left(1 - \frac{E}{R_0}\right)^3 \cos^2\lambda, \qquad \text{(A)}$$

dans laquelle e et λ représentent l'excentricité et l'inclinaison moyennes des planètes contenues dans l'anneau, E son épaisseur et R_0 la distance, dans le plan équatorial, de sa face extérieure au Soleil.

» Remplaçons successivement, pour chacun des anneaux, E et R_0 par leurs valeurs tirées du Tableau ci-dessus, et λ par l'inclinaison moyenne déduite des chiffres portés à l'*Annuaire*. Il s'ensuivra une valeur théorique de e qui, si l'hypothèse est fondée, devra différer très peu de l'excentricité moyenne calculée d'après les observations. Nous ne pouvons nous attendre à une identité complète; car la relation (A), comme toutes celles d'ailleurs que j'ai considérées dans la Note précitée, n'est vraie que pour des moyennes assez larges et peut dès lors se trouver partiellement en défaut. Les résultats des opérations sont consignés ci-après :

TABLEAU II.

	Épaisseur E.	Distance de la face extérieure au Soleil R_0.	Inclinaison moyenne (1) λ.	Excentricité moyenne théorique e.	Excentricité moyenne réelle.
Premier anneau.	0,36	4,27	8°,11′	0,125	0,124
Deuxième »	0,22	3,91	15,13	0,107	0,094
Troisième »	0,32	3,69	10,58	0,133	0,133
Quatrième »	0,28	3,37	10,27	0,127	0,129
Cinquième »	0,25	3,09	10,43	0,125	0,128
Sixième »	0,29	2,84	10,30	0,150	0,156
Septième »	0,25	2,55	11,12	0,148	0,158
Huitième »	0,22	2,30	8,31	0,137	0,136

» J'ai fait figurer le deuxième anneau pour être complet, mais il est dépourvu de signification, puisqu'il ne contient qu'une seule planète. Je le laisserai de côté désormais, pour m'en tenir aux sept autres anneaux. Ceux-ci manifestent un accord remarquable et même inespéré. La moyenne réelle des 427 planètes (celle du deuxième anneau n'entrant pas en compte) ne surpasse pas la moyenne théorique, de 3 et demi pour 100. Si

(1) Je rappelle que les inclinaisons données par l'*Annuaire* ont été rapportées à l'équateur solaire et calculées pour la date uniforme de 1900.

l'on songe aux causes diverses qui ont pu altérer l'excentricité théorique, on ne s'étonnera pas, je crois, d'une différence aussi minime ([1]).

» Troisièmement, les anneaux doivent remplir une condition que je considère comme fondamentale et qui est directement liée à l'idée que nous nous sommes faite de leur mécanisme. S'il est exact que chacun d'eux ait été, à un certain moment, animé d'une rotation uniforme en tous ses points et se soit comporté, avant de se rompre, comme un solide géométrique, les planètes qui ont pris naissance dans sa partie inférieure doivent, ainsi que je l'ai démontré antérieurement, posséder une excentricité moyenne plus forte que celles qui se sont formées dans la partie supérieure. Le phénomène a pu sans doute être contrarié par des circonstances locales; mais il a dû prévaloir dans l'ensemble, et la trace doit s'en retrouver dans les chiffres fournis par l'observation. Pour la mettre en évidence, j'ai calculé, d'après l'*Annuaire*, l'excentricité moyenne de toutes les planètes appartenant aux moitiés inférieures des sept anneaux, et je l'ai comparée à l'excentricité moyenne des planètes contenues dans les moitiés supérieures. Ainsi que l'indiquait la théorie, la première excentricité surpasse la seconde; l'excédent est d'un peu plus de 11 pour 100. La loi n'est pas vraie seulement dans l'ensemble; elle l'est aussi pour chaque anneau en particulier, à l'exception du cinquième, où les deux excentricités se balancent. Le Tableau ci-dessous permet de s'en rendre compte :

TABLEAU III.

		Nombre de planètes		Excentricité moyenne des planètes		
	Distance moyenne au Soleil.	au delà de la distance moyenne.	en deçà de la distance moyenne.	au delà de la distance moyenne.	en deçà de la distance moyenne.	Différence.
Premier anneau..	4,01	1	4	0,0804	0,1348	0,0544
Troisième » ..	3,438	5	7	0,115	0,145	0,03
Quatrième » ..	3,1445	28	42	0,1145	0,1402	0,0257
Cinquième » ..	2,953	33	36	0,128	0,128	»
Sixième » .	2,6963	91	79	0,147	0,1673	0,0203
Septième » ..	2,4028	35	38	0,1496	0,1655	0,0159
Huitième » ..	2,2258	12	16	0,1231	0,1459	0,0228
Totaux et moyennes....		205	222	0,1374	0,1527	0,0153

([1]) La résistance du milieu qui, selon toute apparence, n'a pas été nulle au début du mouvement elliptique, a dû, en diminuant la vitesse tangentielle des astéroïdes, augmenter leur excentricité et, par suite, déterminer un excédent de la moyenne réelle sur la moyenne théorique, déduite d'une équation qui suppose le vide absolu.

» Quatrièmement enfin, je signalerai un autre rapprochement qui appartient au même ordre d'idées. Chaque anneau s'étant formé dans des conditions telles qu'il y avait équilibre, ou peu s'en faut, sur sa face extérieure entre la force centrifuge et l'attraction solaire, les molécules voisines de cette face possédaient des mouvements qui ne s'écartaient pas beaucoup du mouvement circulaire et par conséquent les planètes engendrées dans cette région ont acquis en moyenne une faible excentricité. Dès lors l'excentricité moyenne des planètes situées dans la moitié supérieure d'un anneau a pu être moindre que l'excentricité moyenne des planètes situées dans la moitié inférieure de l'anneau du dessus. Le Tableau III montre que telle a été, en effet, la règle générale. Sauf l'exception créée par la situation particulière du 5e anneau, qui ne permet pas de comparaison, l'excentricité moyenne d'une partie inférieure l'emporte toujours sur l'excentricité moyenne de la partie supérieure contiguë. C'est là, semble-t-il, un sérieux argument en faveur de la pluralité des couches. Car, si les 428 planètes télescopiques avaient pris naissance dans un anneau unique tournant tout d'une pièce autour du Soleil, elles auraient acquis une excentricité d'autant plus grande qu'elles se trouvaient plus rapprochées de cet astre, et par suite on ne verrait pas ces alternatives d'augmentation et de diminution dans la série des chiffres qui expriment les excentricités moyennes aux diverses distances. Les 16 portions consécutives que j'ai distinguées, dans l'hypothèse d'une multiplicité d'anneaux, donneraient, s'il n'y en avait eu réellement qu'un seul, une série en augmentation continue, depuis la portion la plus éloignée du centre jusqu'à la portion la plus rapprochée. Je me propose du reste de revenir sur ces questions qui ont une importance considérable pour la genèse du système solaire.

» En résumé, les 428 astéroïdes que j'ai étudiés paraissent se rattacher à 8 anneaux indépendants qui auraient chacun, avant de se rompre, tourné tout d'une pièce autour du Soleil, comme un solide géométrique.

» Ces anneaux, dont l'épaisseur moyenne est de $0^m,274$, sont séparés les uns des autres par des espaces vides concentriques au Soleil, comme les anneaux eux-mêmes.

» Ils satisfont à trois conditions que l'analyse impose comme conséquences de l'hypothèse adoptée au sujet de leur mode de formation :

» 1° Leur épaisseur moyenne est égale, à 6 millièmes près, à l'épaisseur théorique $0^m,278$;

» 2° Leur épaisseur individuelle diffère très peu de celle qui se déduit de la formule générale;

» 3° Dans chaque anneau, l'excentricité moyenne des planètes situées

dans la moitié inférieure est plus grande que l'excentricité moyenne des planètes situées dans la partie supérieure.

» Enfin, ce qui tend à démontrer la pluralité des anneaux, l'excentricité moyenne des planètes situées dans la partie inférieure d'un anneau est plus grande que l'excentricité moyenne des planètes situées dans la moitié supérieure de l'anneau contigu.

» Il paraît difficile d'admettre que tous ces rapprochements soient dus au hasard. Aussi je ne suppose pas que les résultats constatés jusqu'ici puissent être beaucoup modifiés par les découvertes ultérieures. Peut-être la présence de nouveaux astéroïdes plus rapprochés du Soleil amènera-t-elle à distraire du huitième anneau la planète n° 330 (distance : 2,089) pour constituer un neuvième anneau. Peut-être aussi — il n'est pas interdit de l'espérer — le cinquième anneau s'enrichira-t-il de manière que l'égalité actuelle entre les excentricités de ses deux portions fasse place à l'inégalité systématique observée chez les autres anneaux.

» Ainsi que je l'ai annoncé dans ma première Note, je reprendrai les calculs aussitôt que les nouvelles déterminations d'astéroïdes seront suffisamment nombreuses. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation aerostatique des Léonides.* Note de M. **J. Janssen.**

« Je viens rendre compte à l'Académie des observations des Léonides qui ont eu lieu les 13-14, 14-15 du mois courant, suivant le programme indiqué dans ma précédente Note.

» Le premier ballon cubant 1600^m et gonflé au gaz d'éclairage est parti du jardin des Tuileries le 14 à $1^h 45^m$ du matin. Il était conduit par M. le comte Castillon de Saint-Victor avec M. Tikhoff, de l'observatoire de Meudon, comme observateur, et M. Senouque, secrétaire.

» Après avoir traversé deux couches épaisses de nuages, le ballon s'est trouvé à 2600^m en présence d'une troisième couche fort élevée et que les conditions de force ascensionnelle de l'aérostat ne permettaient pas de franchir. Néanmoins, M. Tikhoff a pu profiter de quelques éclaircies pour observer deux étoiles filantes, qu'il ne peut pas rapporter avec certitude aux Léonides. Il est évident que, si l'apparition des météores avait été ce qu'elle devait être, M. Tikhoff en eût observé, même pendant ces courtes éclaircies, un bien plus grand nombre, et alors leur origine n'eût point été douteuse.

» Ces messieurs atterrirent à $6^h 35^m$ près de Reims, à Jonchery-sur-Vesle. A 2600^m, la température était à 2° au-dessous de zéro.

» Le second ballon, cubant seulement 1000^m et monté par MM. Jacques Faure et Hansky, partit le jour suivant à minuit 30^m.

» On observa sans interruption de 1^h à $2^h 15^m$ à l'altitude de 850^m et l'on vit deux étoiles filantes, probablement Léonides. On traversa alors un nuage d'une épaisseur de 700^m environ et l'on observa encore de $2^h 45^m$ à $3^h 10^m$ sans voir aucune Léonide. Alors la constellation du Lion fut cachée par des nuages, dont la hauteur fut estimée à environ 4000^m. L'aérostat resta alors dans un brouillard épais, jusqu'à l'atterrissage qui fut excellent et eut lieu à 7^h du matin près de Rambercourt (Meuse).

» Un troisième ballon, monté par M. le comte de La Vaulx, Mlle Klumpke et M. de Fonvielle, devait partir dans la nuit du 15 au 16, mais les circonstances atmosphériques si défavorables et qui présentaient même du danger pour les observateurs n'ont pas permis ce départ. Il en fut de même le jour suivant, et nos si dévoués et si courageux observateurs durent se résigner, à leur bien vifs regrets, à renoncer à cette ascension que notre prudence ne pouvait leur permettre d'effectuer.

Observations a Meudon.

» Pendant qu'on exécutait ainsi les observations aérostatiques, nous avions pris les dispositions nécessaires pour l'observation ordinaire à l'observatoire de Meudon.

» M. Deslandres faisait des observations dont il rend compte dans la Note ci-jointe ([1]) et j'avais chargé M. Nordmann, licencié ès sciences, de suivre pendant les nuits des 13-14, 14-15, 15-16 le phénomène et de m'en faire un rapport. En voici les résultats :

» Le 14 vers $10^h 30^m$ le ciel se découvrit vers le zénith. Une étoile filante émanant des environs de Céphée fut observée; elle s'éteignit dans la Lyre, une autre traversa Cassiopée et s'éteignit vers ζ du Cygne à $11^h 20^m$ et successivement, à moins de une minute d'intervalle, trois étoiles filantes sont observées dont deux paraissent émaner de Cassiopée, la troisième traverse la Petite Ourse et va s'éteindre dans le Dragon.

» $11^h 45^m$. — Le ciel se découvre complètement, une étoile extrêmement brillante traverse la Grande Ourse et ne s'éteint qu'à l'horizon.

» $11^h 47^m$. — Une étoile traverse la même région dans une direction à peu près parallèle.

([1]) Voir à la Correspondance, p. 826.

» $12^h 10^m$. — Une étoile traverse Cassiopée et s'évanouit dans le Cygne. Une autre qui émane de la Grande Ourse s'éteint vers la Polaire, une troisième partie du Lion s'éteint à l'horizon.

» $12^h 20^m$. — Le ciel se couvre.

» Nuit du 15 au 16. — M. Nordmann est resté en observation avec M. Tikhoff, mais l'état du ciel n'a permis de voir aucune étoile filante.

OBSERVATIONS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

» Afin d'avoir une information complète sur l'apparition des Léonides en 1900, j'ai demandé télégraphiquement, aux directeurs des principaux observatoires en situation de pouvoir observer le phénomène, de vouloir bien nous envoyer les résultats de leurs observations.

» *Lyon*. — Rien vu des Léonides dans les rares intervalles beau temps. ANDRÉ.

» *Toulouse*. — Ciel couvert depuis le 8 novembre. BAILLAUD.

» *Bordeaux*. — Ciel couvert toutes les nuits. RAYET.

» *Nice*. — A peine quelques Léonides le 13. PERROTIN.

» *Alger*. — Fréquentes interruptions du 14 au 17. Pour nous, résultats Léonides complètement négatifs. TRÉPIED.

» *Bruxelles*. — Léonides, temps couvert.

» *Madrid*. — Ciel constamment couvert.

» *Rome*. — Ciel couvert. Pas d'observations.

» *Strasbourg*. — Ciel couvert. Pas d'observations.

» *Berlin*. — État du Ciel empêché observations.

» *Vienne*. — 14 novembre. 30 Léonides sur le Schneeberg.
15 novembre. Presque rien.

» *Moscou* et *Odessa*. — Ciel entièrement couvert.

» *San José* (Californie). — 20 Léonides par heure, jeudi matin, ensuite nuages.

» Il résulte de cette information, déjà très complète, que l'apparition de 1900 a été à peu près nulle, et l'on en doit conclure que l'essaim qui a fourni de si abondantes apparitions en 1799, 1833 et 1866 (ce dernier déjà moins important), a subi des perturbations planétaires qui l'ont empêché de pénétrer dans notre atmosphère.

» Il est vrai que, en beaucoup de points, l'observation a été rendue fort difficile et quelquefois impossible par l'état du ciel, et ceci vient à l'appui de la demande que j'ai faite depuis longtemps déjà, à savoir qu'on emploie les ballons pour faire ces observations si intéressantes, quand l'état du ciel l'exige. Dans le cas présent, nos conclusions seraient certainement beaucoup plus certaines si, sur tout le parcours du phénomène, des observa-

tions avec un ciel entièrement dégagé de nuages avaient pu être faites. Et ceci me conduit à parler encore ici des conditions dans lesquelles les ascensions aérostatiques devraient être entreprises, à mon sens, pour porter tous leurs fruits.

» La première impression qui se dégage du récit des ascensions de cette année, c'est qu'elles ont été exécutées dans des conditions insuffisantes pour s'élever au-dessus des couches de nuages qui, comme on vient de le voir, se trouvaient à plus de 4000^m d'altitude, ce que nos observations à l'observatoire du sommet du mont Blanc nous avaient d'ailleurs appris depuis longtemps.

» Il faut donc que les aérostats gréés en vue des observations astronomiques puissent s'élever jusqu'à 6000^m et au delà. Il est évident que c'est par l'emploi de l'hydrogène et d'un cube du ballon assez fort qu'on atteindra ce but.

» Il sera également nécessaire de prendre des mesures pour empêcher l'eau de la pluie et des brouillards de s'attacher au ballon et surtout à son filet, ce qui a pour effet de l'alourdir d'une manière considérable. Nous pensons que des enduits appropriés pourraient permettre d'atteindre ce résultat.

» Comme les ballons dont nous conseillons l'emploi devront avoir un volume considérable, nous pensons qu'il serait opportun d'étudier les dispositions à prendre pour remplacer la nacelle ordinaire par une nacelle allongée en forme de bateau et solidement reliée au ballon. Cette disposition pourrait permettre aux observateurs de voir le zénith ou au moins très près du zénith. L'éloignement de la nacelle du ballon concourra à atteindre ce but.

» L'application des ballons aux observations astronomiques est toute nouvelle. Comme la Photographie, dont j'ai vu les premières applications, elle est appelée à rendre à cette science des services dont il est difficile de mesurer aujourd'hui l'étendue. Mais il faut que cette nouvelle application soit très sérieusement étudiée. Nons pensons que c'est dans le domaine de l'Astronomie physique qu'il faut surtout orienter ce nouveau mode d'étude. On devra surtout chercher à créer des ballons pouvant s'élever très haut, aussi exempts que possible de mouvements giratoires (résultat qui peut s'obtenir par l'emploi d'une hélice à axe horizontal) et munis de nacelles permettant la vue de la région zénithale.

» Avec de pareils engins et avec le secours de la Photographie rendue presque instantanée, on pourra obtenir des images précieuses de comètes, d'étoiles filantes, d'éclipses et du disque solaire lui-même, etc.

» Je voudrais engager nos jeunes astronomes à entrer dans cette voie, leur promettant qu'ils y obtiendront de bien intéressants résultats. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger, en remplacement de M. *Bunsen*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Hooker	obtient	49	suffrages
M. Langley	»	1	»
M. Schiaparelli	»	1	»

M. **Joseph Hooker**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en vertu du Décret du 24 juin 1899.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Klein obtient. . . . . 45 suffrages

M. **Klein**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Léopold Fejév** adresse, de Budapest, un Mémoire intitulé : « Démonstration du théorème qu'une fonction bornée et intégrable est, au sens d'Euler, analytique ».

(Commissaires : MM. H. Poincaré, Picard.)

M. **Ant. Cros** adresse, comme complément à son précédent Mémoire, une Note relative à l'action mécanique de la lumière.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. A. Cornu, au nom de la Société française de Physique, présente à l'Académie les trois Volumes renfermant les « Rapports présentés au Congrès international de Physique réuni à Paris, sous les auspices de la Société, du 6 au 12 août 1900 ».

Ces Rapports constituent un véritable monument scientifique, car ce sont des Mémoires originaux, écrits par les physiciens les plus illustres du monde entier, sur leurs sujets de prédilection; tous ont été traduits en français et réunis par ordre de matières, par les soins des secrétaires du Comité d'organisation du Congrès, MM. *Ch.-Éd. Guillaume* et *Lucien Poincaré*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de l'essaim des Léonides à Meudon.* Note de M. H. Deslandres, présentée par M. Janssen.

« Je présente le résumé succinct de l'observation des Léonides à l'observatoire de Meudon, dans les nuits du 14 au 15 novembre, du 15 au 16 novembre 1900.

» De même que l'année dernière, l'observation a été poursuivie simultanément avec l'œil et la plaque photographique. Les observateurs étaient, outre l'auteur de cette Note, deux jeunes assistants MM. Burson et d'Azambuja, auxquels s'est joint pendant la première nuit M. Demay, astronome amateur.

» L'enregistrement photographique des météores a été recherché avec les appareils photographiques employés déjà l'année dernière (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 807) qui sont : un objectif double de $0^m,15$; un de $0^m,12$; deux de $0^m,07$; un de $0^m,05$; un de $0^m,04$. Ces objectifs, la plupart anciens, ont un champ de netteté assez peu étendu, et ne sont pas les plus convenables pour le but à atteindre.

» Le seul perfectionnement, par rapport à l'année précédente, a été l'emploi d'un support équatorial approprié à ces recherches spéciales. L'année dernière, les chambres photographiques étaient portées par trois équatoriaux anciens. On a pu, cette année, les réunir toutes sur un seul support équatorial, d'un type nouveau, construit spécialement pour l'observation de la dernière éclipse totale du Soleil (*Comptes rendus*, t. CXX,

p. 1695), lequel support présente, à portée de la main et de tous côtés, plusieurs tables sur lesquelles on fixe les appareils, ausssi facilement que sur une table de laboratoire. Dans ces conditions, un seul observateur suffit à maintenir les six chambres dans la bonne direction.

» Dans la nuit du 14 au 15, le ciel a été très clair jusqu'à minuit, puis il s'est embrumé au lever de la Lune, et à 1^h il était complètement couvert. De $9^h 30^m$ à 1^h, on a relevé les traces de seize étoiles filantes, dont deux de première grandeur. Six au moins sont des Léonides, cinq sont des Andromèides et deux sont sporadiques.

» Dans la seconde nuit, le ciel a été beaucoup moins pur et s'est couvert complètement à 11^h. A partir de $9^h 30^m$, cinq météores ont été relevés, dont un de première grandeur; trois seulement sont des Léonides.

» J'ajoute que le nombre restreint des observateurs n'a pas permis d'observer constamment le ciel, et surtout de l'observer dans toutes les directions.

» D'autre part, aucun météore n'a pu être photographié; il est vrai que les météores de première grandeur n'ont pas passé dans le champ des appareils. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur quelques applications de la Géométrie non euclidienne.* Note de M. SERVANT.

« Considérons une surface tracée sur l'hypersphère

$$\Sigma x_i^2 = 1 \qquad (i = 1, 2, 3, 4);$$

par une transformation due à M. Darboux (*Théorie des surfaces*, t. III), on peut lui faire correspondre une surface dans l'espace ordinaire : aux lignes de courbure non euclidiennes correspondent les lignes de courbure ordinaires, et à une surface isothermique NE correspond une surface isothermique.

» Nous nous proposons d'indiquer ici quelques propriétés des surfaces qui dérivent des surfaces à courbure moyenne constante NE.

» D'après une remarque de M. Darboux, on trouve facilement dans l'espace non euclidien une série de formules analogues à celles de Gauss (*voir* aussi BIANCHI, *Vorlesungen über Geometrie*). Supposons la surface rapportée à ses lignes de longueur nulle

$$ds^2 = 2\lambda\, du\, dv,$$

et posons

$$\Delta = \frac{D}{\lambda}, \qquad \Delta' = \frac{D'}{\lambda^2}, \qquad \Delta'' = \frac{D''}{\lambda^2},$$

les formules prennent la forme très simple

$$\lambda \frac{\partial \Delta'}{\partial u} - \frac{\partial \Delta}{\partial v} = 0, \qquad \lambda \frac{\partial \Delta'}{\partial v} - \frac{\partial \Delta''}{\partial u} = 0, \qquad \frac{\Delta \Delta''}{\lambda^2} - \Delta'^2 + \frac{1}{\lambda} \frac{\partial^2}{\partial u \, \partial v} \log \lambda + 1 = 0.$$

» Si $\tang \rho$ et $\tang \rho_1$ sont les rayons de courbure principaux, on a

$$\Delta' = 2i(\tang \rho + \tang \rho_1),$$

et l'équation des lignes de courbure est

$$\Delta \, du^2 - \Delta'' \, dv^2 = 0.$$

» Considérons les surfaces pour lesquelles Δ' est constant, $\Delta' = \Delta'_0$, on voit de suite que Δ et Δ'' peuvent être déterminés de façon à prendre aussi des valeurs constantes Δ_0 et Δ''_0. L'équation de ces surfaces sera par conséquent

$$(1) \qquad \frac{\Delta_0 \Delta''_0}{\lambda^2} + \frac{1}{\lambda} \frac{\partial^2}{\partial u \, \partial v} \log \lambda + 1 - \Delta'^2_0 = 0.$$

elle est de même forme que l'équation des surfaces à courbure moyenne constante de l'espace ordinaire. En effet, avec des notations analogues, les formules de Gauss seraient

$$ds^2 = 2\lambda_1 \, du \, dv,$$

$$\lambda_1 \frac{\partial \delta'}{\partial u} - \frac{\partial \delta}{\partial v} = 0, \qquad \lambda_1 \frac{\partial \delta'}{\partial v} - \frac{\partial \delta''}{\partial u} = 0;$$

$$\frac{\delta \delta''}{\lambda_1^2} - \delta'^2 + \frac{1}{\lambda_1} \frac{\partial^2}{\partial u \, \partial v} \log \lambda_1 = 0,$$

et l'équation des surfaces à courbure moyenne constante serait

$$(2) \qquad \frac{\delta_0 \delta''_0}{\lambda_1^2} - \delta'^2_0 + \frac{1}{\lambda_1} \frac{\partial^2}{\partial u \, \partial v} \log \lambda_1 = 0;$$

si l'on pose

$$\delta_0 \delta''_0 = \Delta_0 \Delta''_0,$$
$$\delta'^2_0 = \Delta'^2_0 - 1,$$

les équations (1) et (2) deviennent identiques.

» Considérons d'abord le cas particulier de

$$\Delta'^2_0 = 1,$$

l'équation (1) se réduit alors à celle des surfaces minima et l'on a ainsi une classe de surfaces isothermiques S non euclidiennes qui jouissent, comme on le voit de suite, de la propriété suivante : *les quatre coordonnées* u_1, u_2, u_3, u_4 *satisfont à l'équation de Laplace relative aux lignes de courbure d'une surface minima;* on en déduit de suite *que les surfaces* S′ *de l'espace ordinaire qui correspondent aux surfaces* S *sont les surfaces isothermiques déterminées par M. Thybault* (voir sa *Thèse* et *Comptes rendus*, 1900).

» M. Thybault a rattaché les surfaces S′ à la déformation du paraboloïde à plan directeur isotrope, et il a montré plus généralement qu'à toute surface M applicable sur un paraboloïde quelconque on peut rattacher un couple de surfaces isothermiques Σ' et Σ'_1 ; or *ces deux surfaces sont les transformées de deux surfaces non euclidiennes parallèles à courbure moyenne constante* Σ *et* Σ_1. Inversement, *si l'on connaît de telles surfaces* Σ *et* Σ_1 *on peut, par des quadratures, déterminer une surface* M *applicable sur un paraboloïde quelconque.*

» Sans démontrer complètement cette proposition, ce qui serait trop long, voici les formules qui permettent de faire dériver une surface M d'un couple de surfaces Σ et Σ_1 :

» Soient $\Sigma(x, y, z, it)$, $\Sigma_1(x_1, y_1, z_1, it_1)$ les coordonnées de deux surfaces, on aura évidemment, en supposant à l'hypersphère le rayon a,

$$Sx^2 - t^2 = a^2,$$
$$Sx_1^2 - t_1^2 = a^2,$$

et, comme Σ et Σ_1 sont parallèles,

$$Sxx_1 - tt_1 = b^2.$$

» La surface

$$\xi = \int x\,dt + x_1\,dt,$$
$$\eta = \int y\,dt + y_1\,dt,$$
$$\zeta = \int z\,dt + z_1\,dt,$$

aura pour élément linéaire

$$dS^2 = (t^2 + a^2)\,dt^2 + 2(H_1 + \tau^2)\,dt\,d_1 t_1 + (t_1^2 + a^2)\,dt_1^2,$$

et sera applicable sur le paraboloïde

$$\frac{y^2}{b^2 + a^2} + \frac{z^2}{b^2 + a^2} = 2x,$$

en particulier, si $b = 0$, Σ *et* Σ_1 *seront des surfaces minima non euclidiennes.*

» On peut donner beaucoup de propriétés géométriques des surfaces isothermiques de l'espace ordinaire Σ' et Σ'_1 : nous signalerons seulement la suivante : *Σ et Σ' sont les deux nappes d'une enveloppe de sphères et leurs lignes de courbure se correspondent;* le cercle normal de Σ et Σ' aux points de contact est normal à une sphère fixe; de plus, Σ et Σ' se correspondent géographiquement, *on a donc ainsi une solution particulière d'un problème que M. Darboux a étudié* (*Comptes rendus*, 1899).

» Remarquons en terminant que *les coordonnés x, y, z, t; x_1, y_1, z_1, t_1 de* Σ et Σ_1 *satisfont respectivement à l'équation de Laplace, relative aux lignes de courbure de deux surfaces à courbure moyenne constante parallèle de l'espace ordinaire;* par conséquent, la première difficulté de la déformation du paraboloïde est donc l'intégration de l'équation

$$\frac{\partial \Omega}{\partial u\, \partial v} = \sin\omega \cos\omega,$$

des surfaces à courbure totale constante. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les séries absolument sommables, les séries* (M) *et le prolongement analytique.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Picard.

« 1. Dans mes *Leçons sur les séries divergentes,* actuellement sous presse, j'ai cru devoir modifier légèrement la définition donnée des séries *absolument sommables,* dans mes Mémoires antérieurs. Il s'agira seulement ici de la sommabilité par la *méthode exponentielle.*

» Soit

$$u_0 + u_1 + u_2 + \ldots$$

une série; la *fonction entière associée* [1] $u(a)$ est définie par la relation

$$u(a) = u_0 + \frac{u_1 a}{1} + \frac{u_2 a^2}{2!} + \ldots;$$

la série est dite absolument sommable *si les intégrales définies*

$$\int_0^{\infty} \left| \frac{d^k u(a)}{da^k} \right| e^{-a}\, da \qquad k = 0, 1, 2, \ldots$$

ont toutes un sens.

---

(1) Je laisse ici de côté l'extension au cas où $u(a)$ n'est pas une fonction entière; voir mon *Mémoire sur les séries divergentes* (*Annales de l'École normale*, 1899).

» Cette définition permet d'éviter des difficultés et des restrictions dans la suite de la théorie; par exemple, on peut démontrer d'une manière tout à fait générale que, *le produit de deux séries absolument sommables, effectué d'après la règle de Cauchy, est une série absolument sommable.*

» 2. Dans la même théorie, j'ai obtenu récemment un résultat nouveau, dont la démonstration paraîtra dans les *Mathematische Annalen*. On se rappelle peut-être que, étant donnée une série de Taylor

$$u_0 + u_1 z + u_2 z^2 + \ldots,$$

j'ai défini, sous le nom de *polygone de sommabilité*, un polygone tel que la série est certainement sommable à l'intérieur du polygone; mais il y a doute relativement à l'extérieur (*Comptes rendus*, 5 octobre 1896; *Journal de M. Jordan*, p. 445; 1896). La proposition dont je voulais parler est la suivante : *La série est absolument sommable en tout point intérieur et n'est absolument sommable en aucun point extérieur;* il n'y a doute que pour le contour du polygone de sommabilité. On déduit aisément de là que le produit

$$e^{-a} u(az)$$

tend vers zéro si z est intérieur au polygone de sommabilité et ne reste pas fini si z est extérieur à ce polygone. Ce résultat donne évidemment une méthode pour la recherche des singularités de la fonction définie par la série donnée (1). De plus, on voit ainsi que la méthode exponentielle fournit une *région bien déterminée* de sommabilité absolue, fait dont l'intérêt a été signalé par M. Mittag-Leffler (*Acta mathematica*, t. XXIV, p. 187 et 188).

» 3. Dans le Mémoire qui vient d'être cité, M. Mittag-Leffler indique comment on peut déduire de la série de Taylor des développements ayant une *région bien déterminée* de convergence, généralement plus étendue que notre polygone de sommabilité; ces développements ont d'ailleurs une forme d'autant moins simple que leur région de convergence est plus grande; suivant les cas, dans les applications, il pourra y avoir avantage à s'en servir ou à employer notre méthode exponentielle.

» Dans des Mémoires bien connus, M. Mittag-Leffler avait indiqué le moyen de former un développement convergent dans toute la région à

---

(1) Voir, à ce sujet, la Thèse de M. Servant, où le résultat qui vient d'être énoncé a été admis sans démonstration.

laquelle il a donné le nom d'*étoile;* il existe d'ailleurs une infinité de développements analogues, que nous appellerons, pour abréger, *développements* (M) (voir, par exemple, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, Notes de MM. Mittag-Leffler, Painlevé, Phragmén, Borel). Un développement (M) est caractérisé par le fait qu'*il converge uniformément dans toute région finie intérieure à l'étoile*.

» Le fait sur lequel nous voulons attirer l'attention est le suivant : *l'étoile n'est jamais une région déterminée de convergence.* En d'autres termes, quel que soit le mode de développement (M) que l'on aura choisi, *il existe des séries de Taylor telles que le développement* (M) *associé à ces séries converge en dehors de l'étoile correspondante*.

» Ce résultat entraîne d'ailleurs des conséquences nombreuses, qui sont développées dans un Mémoire en cours d'impression dans les *Acta mathematica*. »

OPTIQUE. — *Sur un nouvel analyseur à pénombres.*
Note de M. **J. Macé de Lépinay.**

« Le nouvel analyseur à pénombres que M. Jobin a construit sur mes indications satisfait à trois conditions qui le rendent particulièrement propre à des mesures de précision : il permet l'emploi d'une radiation simple quelconque; il conserve toute sa sensibilité en lumière convergente; il forme un tout indépendant.

» Le premier de ces résultats a été obtenu en employant comme appareil producteur des pénombres un quartz mince à deux rotations, formé de deux lames prismatiques de quartz, de rotations inverses, d'angles sensiblement égaux et petits (rotation minimum, $1^\circ,5$ pour la radiation moyenne du spectre). Il devient possible, de la sorte, de faire varier l'épaisseur du quartz à deux rotations et de réaliser, quelle que soit la radiation éclairante, les conditions de sensibilité maximum.

» La seconde des conditions énoncées plus haut est particulièrement importante. Les propriétés optiques d'un corps anisotrope variant avec la direction, on est conduit, quelle que soit celle que l'on étudie, et quel que soit le phénomène que l'on utilise à cet effet, à limiter le corps par des faces planes et à observer ce phénomène au moyen d'une lunette réglée pour l'infini. Si alors le phénomène utilisé est un phénomène de polarisation, on est conduit à introduire l'analyseur entre l'oculaire et le plan focal

de l'objectif : il reste ainsi à la portée de l'observateur, et le point du champ que l'en observe reste fixe, par rapport aux repères, pendant la rotation de l'analyseur.

» Dans ces conditions, l'analyseur se trouvant être traversé par un faisceau de lumière divergente, toute observation précise devient impossible si l'analyseur employé est un nicol ordinaire. Si l'on cherche, en effet, à éteindre un faisceau de lumière polarisée rectilignement, on constate l'apparition, dans le champ, d'une bande noire diffuse, lentement mobile avec l'analyseur, qui se scinde en deux si l'on emploie un système producteur de pénombres. On ne saurait, par suite de la dissymétrie du champ, réaliser l'égalité de teinte en un point donné.

» Cet inconvénient des nicols ordinaires, qui passe inaperçu dans les saccharimètres parce que l'on y fait usage de lumière sensiblement parallèle, tient à l'obliquité de l'axe optique du spath qui constitue le nicol sur la direction moyenne du faisceau lumineux qui le traverse. Il disparaît entièrement si l'analyseur employé a ses faces d'entrée et de sortie de la lumière normales à la direction moyenne du faisceau et parallèles à l'axe optique du spath. M. S.-P. Thompson a donné (*Phil. Mag.*, 1886) tous les renseignements pratiques relatifs à la construction de pareils analyseurs.

» Il suffit, pour achever la description de l'appareil, d'ajouter qu'une petite lunette de Galilée permet de viser, à travers l'analyseur, dans le plan de la lame mince à deux rotations. L'ensemble constitue l'oculaire de la lunette astronomique dont j'ai signalé l'emploi, dont l'objectif peut être formé par une lentille quelconque, de verre non trempé.

» J'ai appliqué cet appareil à la détermination des constantes optiques du quartz (pouvoir rotatoire et biréfringence) pour la radiation verte du mercure ($\lambda = 0^{\mu},54607424$). Le quartz employé est celui qui constitue le cube qui m'a servi pour la détermination du kilogramme; sa densité est $d = 2,650732$.

» *Pouvoir rotatoire*. — Je me contenterai de donner les résultats des mesures. Le pouvoir rotatoire d'une lame ayant 1^{cm} d'épaisseur à $0°$ est

$$\rho = 255°,171 + 0°,0046\,(t - 15°).$$

» *Biréfringence*. — La méthode employée est celle de MM. Friedel et Dongier [1]. La lumière incidente, polarisée à 45° du plan de section principale de la lame étudiée, traverse, à la suite de cette dernière, un

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 272; t. CXXII, p. 306, 1051 et 1194.

mica quart d'onde, tel que la vibration retardée par celui-ci soit parallèle à la vibration incidente. La vibration émergente est rectiligne et fait un angle $\pi \frac{d}{\lambda}$ avec la vibration primitive. Cette méthode, très précise, serait inapplicable à des lames épaisses avec un nicol ordinaire.

» On a trouvé ainsi

$$\frac{d}{\lambda} = 168,3602 - 0,01668t - 0,0000395t^2$$

pour une lame ayant 1^{cm} d'épaisseur à 0°.

» *Application aux mesures absolues d'épaisseurs, par la méthode de Mouton modifiée.* — Je crois utile de signaler l'application de ces résultats à la méthode de mesures d'épaisseurs imaginée par Mouton, qui devient réellement pratique et précise grâce à l'amélioration, tout à la fois de la méthode d'observation et des données numériques nécessaires. En fait, avec la disposition adoptée, il devient possible de mesurer une épaisseur de plusieurs centimètres à $0^{\mu},14$ près. Cette précision est inférieure, sans doute, à celle que donnent les méthodes interférentielles directes, mais la méthode de Mouton ainsi modifiée présente sur les autres un réel avantage, provenant de ce que, l'ordre d'interférence du phénomène utilisé étant beaucoup plus faible, une mesure préliminaire, grossière, à $\frac{1}{50}$ de millimètre près, de l'épaisseur, suffit pour que sa partie entière se trouve déterminée avec une complète certitude. Remarquons que, si la précision obtenue est néanmoins assez grande, cela tient à ce qu'il est possible, avec la disposition adoptée, de déterminer la partie fractionnaire de ce même ordre d'interférence à $\frac{1}{400}$ près, c'est-à-dire avec une exactitude vingt fois plus grande que dans le cas des autres méthodes interférentielles.

» Il est à remarquer, toutefois, que l'emploi de cette méthode suppose l'identité des propriétés optiques de divers quartz. Il semble bien qu'il en soit ainsi, du moins au degré d'exactitude nécessaire, à en juger par la concordance des mesures que j'ai effectuées, sur trois échantillons de quartz de provenances différentes, d'une part par la méthode de Mouton, et de l'autre par celle des franges de Talbot. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés électrocapillaires des mélanges et la viscosité électrocapillaire*. Note de M. **Gouy**.

« Je me propose de revenir sur les effets des mélanges d'électrolytes en solutions aqueuses, dont j'ai indiqué en 1892 les traits essentiels (¹). Dans mes expériences récentes, le large mercure est avec du calomel dans une solution normale de KCl, qui communique par siphon avec l'auge de l'électromètre, où est placé un liquide L_1, qui est une solution assez concentrée (normale) d'un corps A, ou bien un liquide L_2, qui est la même solution additionnée d'une petite quantité d'un corps B ($\frac{1}{100}$ de gramme-équivalent par litre en général) (²). On trace les courbes électrocapillaires en prenant pour abscisse la différence de potentiel V du large mercure et de la colonne mercurielle.

» Les deux courbes de L_1 et L_2 coïncident sensiblement pour le côté négatif, à distance suffisante du maximum, c'est-à-dire pour les fortes polarisations négatives. Si l'on admet, comme je le ferai désormais, que les liquides L_1 et L_2 prennent sensiblement le même potentiel au contact de la solution normale de KCl, il en résulte donc que, dans cette région, la fonction électrocapillaire qui lie la tension superficielle à la différence électrique Δ au ménisque est la même pour les deux liquides L_1 et L_2.

» Il n'en est pas ainsi en dehors de cette région, surtout lorsque le corps B est un corps *actif*, c'est-à-dire tel que, déjà en solution pure très étendue (centi-normale), il produise une variation sensible du maximum, qui est toujours une dépression (³) (iodures, bromures, platinocyanures, sulfocyanates, sulfocarbonates, etc...). Le corps A étant, au contraire, peu ou point actif, la courbe électrocapillaire de L_2 ressemble beaucoup à celle que donnerait le corps B seul. Ainsi *le corps actif supplante le corps inactif*, malgré la grande différence des concentrations. Le sens de l'effet du corps B est toujours une diminution de tension superficielle, à valeur donnée de V. De même un corps très actif (iodure) agit en présence d'un corps moins actif (bromure), tandis que, dans les mêmes conditions, un

---

(¹) *Sur les phénomènes électrocapillaires* (*Comptes rendus*, 1er février 1892).

(²) Si le corps A est un sel neutre, il en est de même de B.

(³) Les corps qui relèvent le maximum ne produisent pas de variation sensible en solutions aussi étendues. [Voir ma Note *Sur les fonctions électrocapillaires des solutions aqueuses*. (*Comptes rendus*, 23 juillet 1900.)]

peu de bromure ajouté à beaucoup d'iodure ne produit rien d'appréciable. De petites quantités de deux corps actifs ajoutent au contraire leurs effets.

» La présence du corps inactif a même pour résultat d'exalter les propriétés du corps actif; ainsi, par exemple, une solution pure centi-normale de NaI donne une dépression du maximum de 10^{mm}, tandis que la même quantité de NaI, ajoutée à une solution normale de Na^2SO^4, donne une dépression double. Il suffit de quelques milligrammes par litre de corps très actifs pour modifier profondément les courbes des autres corps.

» En même temps, le maximum se trouve considérablement déplacé, toujours vers le côté des polarisations négatives; ce déplacement atteint $0^{volt},2$ dans l'exemple qui précède. De là résulte, comme je l'ai déjà fait remarquer en 1892, que le maximum ne peut correspondre en général à $\Delta = 0$, comme on l'admet souvent, sans raison bien concluante. S'il en était ainsi, en effet, il faudrait que le liquide L_2, au contact de la solution normale de KCl, prît un potentiel tout autre que L_1, ce qui est très invraisemblable, et de plus la coïncidence des courbes du côté négatif devient alors inexplicable.

» *Viscosité électrocapillaire.* — Dans tout ce qui précède, il s'agit de la valeur finale de la tension superficielle. Celle-ci, avec les mélanges, dépend en effet de l'état antérieur et varie avec le temps, en sorte que, *pour une valeur fixe de* Δ, *elle peut prendre une infinité de valeurs, dont une seule est stable;* c'est ce que nous appellerons la *viscosité électrocapillaire.* Pour les valeurs de V où l'addition du corps actif ne produit pas de changement de la courbe électrocapillaire, l'électromètre se comporte à l'ordinaire et prend son état définitif en deux ou trois secondes; au contraire, quand le corps actif modifie notablement la courbe, le ménisque capillaire met un temps assez long (plusieurs minutes, ou plusieurs heures dans les cas extrêmes) à prendre sa position finale.

» Supposons l'état final obtenu et laissons V constant. Si nous augmentons la surface mercurielle en faisant descendre le ménisque, la tension superficielle est augmentée; si nous diminuons cette surface, la tension est diminuée (1). Dans les deux cas, la variation disparaît graduellement, et la valeur finale est de nouveau atteinte. Il en résulte que l'instrument, dans ces conditions, est paresseux et n'obéit que lentement aux variations de

(1) Puisque le corps actif produit une diminution de tension, cela revient à dire que, dans le premier cas, l'effet du corps actif est incomplet, et que, dans le second, il est exagéré.

pression ou de potentiel, un peu comme l'électromètre ordinaire quand une très grande résistance est sur le circuit, mais pour une autre raison.

» La viscosité électrocapillaire n'est pas sensible pour les fortes polarisations négatives; elle se montre ailleurs (même au maximum) avec tous les corps actifs, et d'autant plus qu'ils produisent une plus grande diminution de tension superficielle. La marche est d'autant plus lente que le corps actif est moins abondant par rapport au corps inactif. La viscosité n'existe pas en général avec les corps purs, mais quelques-uns d'entre eux en montrent des traces, surtout vers l'extrémité anodique de la courbe, où les effets électrolytiques du courant altèrent un peu la pureté de la solution.

» Les phénomènes décrits dans cette Note et dans la précédente paraissent indiquer qu'il s'exerce à la surface mercurielle une action élective, qui produit une accumulation des anions du corps actif, de préférence aux autres. L'état d'équilibre final entre les ions étant réalisé se trouve momentanément rompu quand cette surface varie, et se rétablit d'autant plus lentement que les anions actifs sont plus rares par rapport aux autres; ce serait là la cause de la viscosité électrocapillaire. J'espère revenir bientôt avec plus de détails sur cette question. »

CHIMIE. — *Combinaison directe de l'azote avec les métaux du groupe des terres rares.* Note de M. **Camille Matignon.**

« M. Maquenne a décrit [1] une expérience de cours fort élégante, qui permet de mettre facilement en évidence la fixation directe de l'azote par les métaux alcalino-terreux. J'ai utilisé cette expérience en la généralisant pour étudier qualitativement, d'une façon méthodique, l'action de certains corps gazeux sur des métaux difficiles à se procurer à l'état libre ou non encore isolés. La présente Note est relative à l'azote.

» Dans un tube bouché, en verre peu fusible, disposé horizontalement sur une grille et muni à l'extrémité ouverte d'un tube manométrique plongeant dans le mercure, on introduit quelques grammes d'un mélange constitué par un composé du métal à étudier et par un autre métal capable de mettre le premier en liberté. On chauffe ensuite progressivement les parties du tube qui contiennent le mélange, de façon à produire la réaction. Si le métal étudié est susceptible d'absorber rapidement à la fois l'oxygène et l'azote, il se produit dans le tube un vide presque complet, manifesté par l'ascension du mercure dans le tube manométrique. Au lieu d'opérer dans

[1] *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 1147; 1895.

un tube plein d'air, on peut encore se servir d'un tube en relation avec un appareil à azote par l'intermédiaire d'un étranglement permettant, quand l'air a été chassé complètement par l'azote, de fermer le tube.

» Le mélange employé peut être constitué, soit comme celui de H. Maquenne, par l'oxyde et la poudre de magnésium, ce dernier métal chassant presque tous les autres métaux de leurs oxydes à cause de la grande exothermicité de la magnésie; soit par l'oxyde et la poudre d'aluminium, dont les propriétés réductrices sont peu inférieures à celles du magnésium; ou bien encore par le sodium et le chlorure, suivant la méthode dont Wœhler a donné le premier exemple à propos de la préparation de l'aluminium.

» J'ai pu reconnaître ainsi que le thorium, le cérium, le lanthane, le praséodyme, le néodyme et le samarium se combinent directement et rapidement à l'azote. Les expériences ont été faites surtout avec les oxydes, plus commodes à se procurer que les chlorures, après addition de magnésium. 2^{gr} à 3^{gr} d'oxyde bien desséché sont mélangés intimement avec un petit excès de poudre de magnésium également bien séché, puis placés dans l'appareil décrit; aussitôt que la réaction commence, le mercure monte dans le tube manométrique avec une vitesse qui dépend de la nature de l'oxyde, puis vient se fixer à une hauteur un peu inférieure à la pression atmosphérique. Avec les oxydes de thorium ThO^2, de cérium CeO^2, sur lesquels l'action du magnésium est progressive, l'ascension exige quelques minutes; avec les oxydes de lanthane La^2O^3, de praséodyme Pr^2O^3, de néodyme Nd^2O^3, de samarium Sm^2O^3, la vitesse d'ascension est beaucoup plus rapide, car la réaction se produit presque instantanément dans toute la masse, qui devient incandescente. L'oxygène est donc plus solidement fixé au thorium et au cérium qu'aux autres métaux, le samarium arrivant le dernier dans le tableau de la chaleur de formation des oxydes rangés par ordre décroissant.

» Dans toutes ces expériences, le vide n'a jamais été complet; la hauteur d'ascension, comparée à la hauteur barométrique, a toujours donné une petite différence, de l'ordre de grandeur de la pression de l'argon. Il faut en conclure que tous ces métaux, dans les conditions de l'expérience, ne se combinent pas rapidement avec cet élément inactif.

» Une petite modification dans les expériences précédentes permet de préparer facilement les métaux à l'état de poudre, mélangés à la magnésie. Il suffit pour cela de séparer dans le tube à réaction le mélange en deux endroits distincts, de chauffer d'abord la première portion, puis, le vide obtenu, de mettre en liberté le métal dans la deuxième portion en provoquant la réaction par la chaleur. Une chauffe un peu prolongée

sublime l'excès de magnésium à la partie supérieure du tube et le sépare du métal.

» Ces poudres métalliques, en général plus actives que le métal en lingot, permettent cependant d'établir certaines propriétés chimiques. Celles de néodyme, de praséodyme, de samarium, décomposent lentement l'eau à froid, plus vite à chaud, et avec une vive incandescence en présence des acides les plus faibles; chauffées légèrement dans le chlore, elles brûlent avec une vive incandescence en formant des chlorures peu volatils, etc.

» En résumé, des recherches précédentes on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° Le mode opératoire indiqué constitue une méthode générale, commode pour étudier qualitativement l'action directe de certains corps gazeux ou solides sur des métaux difficiles à isoler;

» 2° L'azote s'unit directement et rapidement aux métaux suivants, appartenant au groupe des terres rares : thorium, cérium, lanthane, praséodyme, néodyme, samarium;

» 3° L'argon ne se combine pas rapidement aux mêmes métaux, à la température des expériences;

» 4° Le magnésium réduit les oxydes de praséodyme, de néodyme, de samarium; on savait déjà, par les expériences de Winkler, que ce réducteur mettait en liberté le thorium, le cérium et le lanthane de leurs oxydes;

» 5° La chaleur de formation des oxydes de thorium et de cérium est supérieure à celle des autres oxydes; l'oxyde de samarium paraît être le moins exothermique;

» 6° La méthode précédente, légerement modifiée, permet d'isoler les métaux à l'état de mélange avec la magnésie.

» Je poursuis ces expériences, dans le but d'obtenir à l'état pur ces métaux, leurs azotures et leurs hydrures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Relation entre la constitution chimique des colorants du triphénylméthane et les spectres d'absorption de leurs solutions aqueuses.* Note de M. **P. Lemoult**, présentée par M. Moissan [1].

« J'ai examiné les spectres d'absorption d'un grand nombre de colorants artificiels, dans l'espoir de trouver une caractérisque propre à chacune des principales familles que forment ces substances. Jusqu'ici, seuls

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

les colorants du triphénylméthane m'ont conduit à une relation très nette entre la position des bandes lumineuses de ces spectres et la constitution des produits examinés.

» Afin d'éviter les variations d'ordre général dues, pour un même colorant, à la dilution de la solution et à l'épaisseur de la couche traversée par la lumière, j'ai fait toutes mes mesures à la dilution constante d'une molécule-gramme dans 1000^{lit} d'eau et sous une épaisseur invariable.

» Voici le Tableau des résultats observés :

N°s.	Noms.	Poids moléculaire.	Substitutions dans les noyaux. I.	II.	III.	Résultats observés. Bandes lumineuses de		Milieux de la bande rouge.
1	Vert malachite.....	364,5	aucune	$Az(CH^3)^2$ en 4	$Az(CH^3)^2$ en 4	12 à 32	»	22
2	Vert brillant.......	420,5	id.	$Az(C^2H^5)^2$ en 4	$Az(C^2H^5)^2$ en 4	14 à 28	155 à 203	21
3	Vert sulfo J........	{ sel de Na 832 }	groupe SO^3H	Az{ C^2H^5, benzylsulfo } en 4	Az{ C^2H^5, benzylsulfo } en 4	15 à 27	130 à 195	21
4	Vert sulfo B........	{ sel de Na 804 }	id.	Az{ CH^3, benzylsulfo } en 4	Az{ CH^3, benzylsulfo } en 4	14 à 28	155 à 204	22
5	Vert *o*.nitré........	409,5	AzO^2 en 2	comme pour le n° 1		12 à 30	144 à violet	21
6	Vert *m*.nitré........	409,5	AzO^2 en 3	id.		12 à 28	140 à violet	20
7	Vert solide aux alcalis.........	459,5	AzH^2 en 3; SO^3H en 6	id.		18 à 22	170 à 240	20
8	Bleu carmin........	{ sel de Ca 560 }	{ OH en 3, $2SO^3H$ en 4 et 6 }	id.		14 à 28	150 à 190	21
9	Bleu Victoria........	505,5	{ Noyau formé par phényl-α-naphtylamine }	id.		12 à 30	»	21
10	Bleu phénylé.......	{ sel de Na 551 }	Az{ H, phénylsulfo } en 4	id.		15 à 27	»	21
11	Vert méthyle.......	458	$Az(CH^3)^2, CH^3Cl$ en 4	id.		15 à 25	160 à violet	20
12	Violet hexaméthylé.	407,5	Les trois noyaux ont en 4 un $Az(CH^3)^2$.			22 à 40	»	31
13	Violet hexaéthylé...	463,5		id.	un $Az(C^2H^5)^2$.	20 à 42	a	31
14	Violet formyle......	{ sel de Na 773 }	$Az(CH^3)^2$ en 4	Az{ C^2H^5, benzylsulfo } en 4	Az{ C^2H^5, benzylsulfo } en 4	22 à 44	»	33
15	Violet acide 10B....	{ sel de Na 824 }	{ sulfo en 6, Az dibenzylsulfo en 4 }	comme pour le n° 1		20 à 44	»	32
16	Violet de benzyldiphénylamine......	{ sel de Na 743 }	Az{ benzylsulfo, phénylsulfo } en 4	id.		22 à 44	»	33
17	Violet benzylé......	483,5	Az{ CH^3, benzyl } en 4	id.		24 à 38	»	31

» La 7e colonne indique, par rapport à l'échelle micrométrique du spectroscope, la position des bandes lumineuses dans les divers spectres observés sous une épaisseur de 6^{mm} de solution. Les uns comprennent uniquement une bande lumineuse relativement étroite située dans la région du rouge, tandis que les autres comprennent, outre une bande de cette nature, une autre qui occupe une position variable avec chaque échantillon et qui est, en général, beaucoup plus large que la première. Cette bande rouge apparaît donc déjà comme un caractère commun aux substances étudiées ;

mais, de plus, ce caractère commun est le plus persistant de tous car, si l'on observe un même colorant, on constate que la position et l'étendue des bandes se modifient avec la dilution et l'épaisseur, mais que la bande rouge persiste alors que les autres ont disparu par suite d'une dilution moindre ou d'une épaisseur plus grande; elle constitue donc un caractère de famille qui survit à l'effacement des caractères iudividuels.

» Si maintenant on examine les divisions occupées par le milieu de chacune de ces bandes rouges pour comparer les colorants entre eux, on constate que ce milieu se trouve pour les onze premiers termes à la division 21 et pour les autres à la division 32 (8e colonne). Quand on base la dilution des solutions sur un même poids des colorants, on n'observe que des résultats incohérents, et c'est seulement en prenant les poids moléculaires pour base de cette dilution que ces résultats affectent un caractère de généralité bien apparent d'où l'on peut dégager la loi du phénomène.

» Les colorants du premier groupe (de 1 à 11 inclus) portent en 4 dans deux de leurs noyaux, et dans deux seulement, un atome d'azote tertiaire (provenant d'une amine tertiaire), le troisième noyau n'ayant rien en 4, ou ayant un azote non tertiaire. Les colorants du deuxième groupe portent tous en 4 dans leurs trois noyaux un azote tertiaire. Suivant donc que le milieu de la bande rouge occupera, dans les conditions indiquées, la division 21 ou la division 32, ces particularités de constitution seront révélées par cette sorte d'analyse spectrale, et cela, quels que soient le nombre, la nature et la position des autres groupes substituants, tels que AzO^2, AzH^2, OH, SO^3H, etc., quelle que soit la complexité moléculaire, et cela enfin quelles que soient les nuances, variant du vert au violet, et les autres propriétés tinctoriales, pourtant très diverses, des échantillons observés.

» Le n° 11, vert méthyle, mérite une mention particulière; il dérive du violet hexaméthylé par fixation, sur l'un des azotes, d'une molécule de CH^3Cl ou d'un autre éther; cette fixation fait perdre à l'azote son caractère tertiaire et le produit obtenu se range alors dans la catégorie des colorants où le troisième azote, quand il existe, n'est pas tertiaire.

» Tous ces résultats peuvent être réunis dans l'énoncé suivant :

» Les colorants du triphénylméthane, qui ont, comme c'est le cas général, au moins deux atomes d'azote tertiaire en para du carbone central, donnent en solution aqueuse un spectre d'absorption possédant une bande lumineuse rouge; à raison de une molécule gramme dans 1000^{lit} d'eau et sous l'épaisseur de 6^{mm}, le milieu de cette bande occupe une position invariable (longueur d'onde, 6860 environ) pour ceux d'entre eux qui

n'ont pas plus de ces deux atomes d'azote tertiaire et une position invariable, mais différente (longueur d'onde, 6660 environ), pour ceux qui ont un troisième azote tertiaire.

» Je me propose de continuer ces recherches, et de publier ultérieurement les autres résultats que j'ai déjà observés dans cette étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chlorophylline bleue.* Note de M. M. Tsvett, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans deux Mémoires devenus classiques, publiés l'un et l'autre en 1879, M. Gautier et Hoppe-Seyler firent connaître les résultats de leurs recherches sur la chlorophylle. Par des méthodes différentes, dont chacune a ses avantages, ces deux éminents chimistes avaient obtenu (M. Gautier dès 1877) des substances cristallisées que ce dernier auteur considère comme répondant chacune à deux variétés de la matière colorante verte des feuilles.

» La *chlorophyllane* de Hoppe-Seyler porte en son spectre le signe d'une modification chimique sur la valeur exacte de laquelle il est difficile de se prononcer. M. Gautier est enclin à considérer sa chlorophylle et la chlorophyllane comme deux chlorophylles, mais, différente d'origine et de composition, produites qu'elles sont l'une par les dicotylédonées, l'autre par les monocotylédonées et particulièrement les graminées.

» Occupé depuis longtemps nous-même à l'analyse physico-chimique de l'appareil chlorophyllien, nous avons cherché à préparer les pigments dans un état d'intégrité garanti par l'analyse spectrale.

» Dans la chlorophylle, définie comme l'*ensemble des pigments produisant la coloration verte des plantes*, on a déjà observé et décrit des substances colorantes jaunes (*xanthophylle*) et vertes (*chlorophylle*). Nous en ferons, pour notre part, deux groupes que nous appellerons *groupe des xanthophyllines* et *groupe des chlorophyllines*. Les xanthophyllines (carotine, érythrophylle, chrysophylles, ...) n'absorbent que des radiations à courte période et ne sont point luminescentes. Les chlorophyllines sont douées de fluorescence et présentent, entre autres, une absorption caractéristique dans le rouge. Nous n'étudierons ici qu'un seul de ces pigments, la chlorophylline bleue.

» Pour la préparer, les parties végétales à étudier sont broyées avec du sable fin, additionné éventuellement de magnésie ou de carbonate cal-

cique en vue de neutraliser le suc cellulaire. Le magma est repris soigneusement par de la benzine de pétrole constamment renouvelée. Ce solvant s'empare essentiellement de la carotine et des graisses. Lorsque la benzine ne se colore plus que faiblement, on fait un ou deux lavages au pétrole léger pur. Le résidu est alors agité avec du pétrole léger additionné d'un dixième d'alcool fort : on dissout ainsi les chlorophyllines, la chrysophylle, l'hypochlorine ([1]) et diverses impuretés (cholestérines, ...). Toutes ces opérations doivent être exécutées aussi rapidement que possible.

» La solution verte obtenue comme il vient d'être dit, et qui doit être bien concentrée, est agitée avec de l'alcool à 85° centésimaux, lequel s'empare de l'hypochlorine, de la chrysophylle et de notables proportions de chlorophyllines, ainsi que des impuretés. Cette opération est répétée un certain nombre de fois jusqu'à ce que l'alcool ne se colore plus que très faiblement d'une teinte vert bleuâtre. La solution bleu verdâtre de chlorophylline dans le pétrole léger est alors agitée avec de l'alcool à 90° centésimaux, dans une proportion telle qu'un peu d'éther de pétrole surnage. Dans ces conditions, et en répétant l'opération, la partie alcoolique garde la majeure partie du pigment. Toutes ces prescriptions soigneusement observées, on obtient une liqueur *franchement bleue*.

» Abandonnée à froid à une lente évaporation, elle fournit une abondante cristallisation en agrégats microcristallins d'un noir d'encre à reflet bleuâtre ([2]). L'analyse par le prisme d'une solution de cette chlorophylline fournit un spectre à six bandes dont la quatrième est sise en deçà de la ligne E de Fraunhofer et la cinquième commence à la ligne F. Ce spectre ne comporte aucun élément étranger à celui des feuilles vivantes.

» Nous ne croyons pas superflu d'affirmer que notre chlorophylline bleue n'a rien de commun avec la phyllocyanine de Frémy. En revanche, nos chlorophyllines ont été entrevues par M. Sorby et M. A. Gautier. Mais les méthodes de ces savants ne leur ont pas permis de les séparer : Les solutions de chlorophylle bleue de Sorby offraient une teinte vert bleuâtre;

([1]) Nous avons nommé *hypochlorine* la substance colloïdale qui accompagne dans le chloroplaste les pigments chlorophylliens et constitue avec ceux-ci une combinaison lâche, la *chloroglobine* (voir *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 607, et *Botanisches Centralblatt*, t. 81, p. 81). D'après mes dernières recherches, l'hypochlorine appartiendrait au groupe des lécithines et du protagon.

([2]) Plus de trente espèces choisies au hasard dans les divers groupes systématiques nous ont fourni des cristallisations semblables.

quant au pigment bleu violacé de M. Gautier, il s'observait au microscope en cristaux assez rares, entremêlés à ceux de la chlorophylle d'un vert noirâtre foncé. »

CHIMIE ANIMALE. — *Cryoscopie de la sueur de l'homme sain.* Note de M. **P. Ardin-Delteil**, présentée par M. Bouchard.

« I. Au cours de recherches sur la toxicité de la sueur, j'ai été amené à me demander quel est le point de solidification de ce liquide. Mes recherches bibliographiques à cet égard ayant été négatives, j'ai dû entreprendre une série d'expériences pour déterminer cette valeur.

» Ces expériences sont au nombre de quinze. Toutes ont porté sur de la sueur fournie par des individus sains et dans la force de l'âge (infirmiers du service). Toutes les déterminations ont été faites au moyen du cryoscope de Raoult, sur un volume de 100^{cm} de sueur. Celle-ci était obtenue et recueillie au moyen d'une étuve sèche dont le dispositif sera décrit dans une Note ultérieure.

» Les résultats que j'ai obtenus sont les suivants :

» Le point de congélation n'a pas été constant; il a varié entre $-0^\circ,08$, chiffre minimum, et $-0^\circ,46$, chiffre maximum, en passant par les valeurs intermédiaires $-0,10$; $-0,12$; $-0,14$; $-0,16$; $-0,20$; $-0,20$; $-0,24$; $-0,24$; $-0,27$; $-0,30$; $-0,30$; $-0,37$; $-0,38$.

» La moyenne, établie sur les valeurs précédentes, est $-0^\circ,237$. Toujours, comme on le voit, le point de solidification de la sueur a été inférieur à la moyenne admise pour celui du sérum sanguin, qui, on le sait, est de $-0^\circ,55$.

» II. Si l'on recherche les raisons de ces variations individuelles, on fait les remarques suivantes :

» 1° Les valeurs cryoscopiques les plus faibles ont été obtenues en été, c'est-à-dire dans une saison où les glandes sudoripares, suractivées dans leur fonctionnement, éliminent une grande quantité d'eau; il en résulte que la concentration moléculaire de la sueur diminue dans de fortes proportions;

» 2° Les valeurs des points de solidification sont, comme on devait s'y attendre, dans un rapport assez régulier avec la densité et la teneur de la sueur en chlorure de sodium; les densités augmentent au fur et à mesure que les points de solidification s'abaissent au-dessous du zéro; la teneur en

chlorure de sodium augmente avec assez de régularité en même temps que l'abaissement du point de congélation.

» 3° Si l'on recherche quelle est la part qui revient au chlorure de sodium dans la production de cet abaissement, on voit que, dans cinq cas, le chlorure de sodium interviendrait pour la moitié environ, et dans dix cas, pour plus des deux tiers, dans la valeur de cet abaissement, celui-ci étant dû, pour le reste, aux autres substances contenues dans la sueur.

Δ.	Densité.	Quantité de Na Cl pour 100^{cc} de sueur.	Abaissement dû à Na Cl.	Abaissement dû aux autres substances.
0,08	1001	0,08	0,048	0,032
0,10	1002	0,098	0,0548	0,0452
0,12	1002	0,19	0,114	0,006
0,14	1002	0,14	0,084	0,056
0,16	1002	0,20	0,120	0,040
0,20	1002	0,12	0,072	0,128
0,20	1004	0,25	0,150	0,050
0,24	1003	0,32	0,180	0,060
0,24	1004	0,30	0,192	0,048
0,27	1004	0,38	0,228	0,042
0,30	1004	0,28	0,168	0,132
0,30	1004	0,26	0,156	0,144
0,37	1006	0,58	0,348	0,022
0,38	1005	0,56	0,336	0,044
0,46	1006	0,42	0,252	0,208

» Les constatations précédentes montrent que les variations individuelles du point de congélation de la sueur sont étroitement liées à la teneur de celle-ci en chlorure de sodium, qui y entre pour la plus grande part.

» III. Je suis donc amené aux conclusions suivantes :

» 1° Le point de congélation moyen de la sueur de l'homme sain est de $-0°,237$.

» 2° Il oscille, suivant les individus, entre $-0°,08$, chiffre minimum, et $-0°,46$, chiffre maximum.

» 3° Les oscillations tiennent, en majeure partie, aux variations de la quantité de chlorure de sodium contenue dans la sueur. »

ZOOLOGIE. — *Sur la formation des feuillets et l'organogénie de* Sclerostomum equinum *Duj*. Note de M. **A. Conte**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les œufs de *Sclerostomum equinum* sont de forme ovoïde; ils ont une coque très mince mais non flexible; réunis en grand nombre dans l'utérus, ils y subissent leur développement jusqu'à un stade voisin de l'éclosion. Leur perméabilité aux réactifs et leur taille relativement considérable nous ont fait choisir ce type pour l'étude histologique du développement des Nématodes.

» Les deux premiers blastomères sont sensiblement égaux : dès le stade quatre on voit une cavité de segmentation qui va en s'accroissant à mesure que se multiplient les éléments qui l'entourent, Il se forme ainsi une *blastula* dans laquelle sont différenciées nettement deux grosses cellules à contenu plus granuleux. Ces deux cellules glissent obliquement l'une à la suite de l'autre dans le blastocœle. Ce sont les deux initiales endodermiques. Au cours de cette gastrulation embolique on voit les cellules superficielles se multiplier et deux cellules légèrement plus grosses que les autres venir se placer sur le prostome. Ces deux cellules glissent à leur tour à la façon des initiales endodermiques dans la cavité de segmentation : ce sont les deux initiales mésodermiques, elles donneront naissance à deux bandes mésodermiques ventrales. Les cellules endodermiques initiales se divisent successivement chacune deux fois, le fuseau de division étant perpendiculaire à l'axe de l'embryon, puis chacune des quatre cellules ainsi formées se multiplie parallèlement à cet axe. On obtient ainsi quatre rangées longitudinales de cellules endodermiques et ce nombre restera constant jusque dans les formes *Rhabditis*. Ces cellules endodermiques ont des caractères très nets, permettant toujours de les distinguer : elles ont un contenu granuleux, un noyau de grande taille, sphérique, avec une membrane nucléaire très apparente et un gros nucléole.

» A l'extrémité antérieure on voit se former une très légère invagination de l'ectoderme marquant la place du stomodæum. Sur ses bords des proliférations ectodermiques donnent naissance à un bourrelet qui fait saillie dans la cavité de segmentation et représente le système nerveux central. D'autres cellules ectodermiques donnent de petites cellules qui se portent à la surface de l'endoderme, s'y multiplient activement et s'étendent sur toute la moitié antérieure de ce feuillet, comme Wandolleck l'a observé

pour *Strongylus paradoxus* Mehlis. D'après son origine, cette moitié correspond à l'une des deux cellules endodermiques initiales. En même temps on voit dans toute cette région les contours des cellules endodermiques d'abord très nets disparaître; il en est de même pour les membranes nucléaires. Les noyaux ne sont plus représentés que par de gros nucléoles entourés d'une auréole claire. A cet état ils persisteront encore longtemps; puis, chez les embryons un peu âgés on n'en retrouve plus trace : toute la moitié antérieure du tube digestif se trouve constituée par des cellules ectodermiques, la moitié postérieure (intestin proprement dit) par ce qui reste de l'endoderme. La moitié disparue a servi à la nutrition des cellules ectodermiques qui formeront l'intestin antérieur du Nématode adulte. Ces éléments se disposent de façon à constituer un œsophage très court suivi d'un renflement volumineux. Lors de la formation du *Rhabditis*, les cellules de l'œsophage se multiplient activement, forment l'œsophage proprement dit et le bulbe œsophagien, tandis que le renflement volumineux reporté en arrière devient le gésier. En même temps les cellules endodermiques se multiplient tout en gardant leurs caractères initiaux. Les caractères énumérés plus haut sont ceux que l'on retrouve à la paroi intestinale des Nématodes libres; ces derniers ont en effet, à l'état larvaire comme à l'état adulte, un intestin constitué par de grosses cellules dont les caractères sont exactement ceux des cellules endodermiques de l'embryon de *Sclerostomum equinum*. La comparaison de ces formes libres adultes avec les embryons du parasite amène à les considérer comme ayant un intestin endodermique.

» Si l'on suit les *Rhabditis* de *Sclerostomum equinum* en les cultivant sur un milieu nutritif approprié, on constate que leur intestin, tout en se chargeant de granulations jaunâtres, garde ses caractères histologiques, à ceci près que les limites des cellules s'effacent. Si, au contraire, on étudie des larves recueillies dans l'intestin du Cheval, on constate que leur paroi intestinale est formée d'un grand nombre de cellules fusionnées dans lesquelles le noyau a un aspect tout autre que dans les cellules endodermiques de *Rhabditis*. Pour rechercher l'origine de ces cellules, il faut s'adresser à des larves plus jeunes que l'on trouve dans des anévrismes; elles offrent une paroi intestinale identique à celle observée plus haut, mais, chez les formes très jeunes, cette paroi entoure un amas protoplasmique chargé de granulations jaunâtres. Cet amas n'est autre chose que ce qui reste de l'intestin du *Rhabditis;* on y retrouve épars les gros nucléoles entourés d'une auréole claire absolument identiques à ceux constatés dans

la dégénérescence de l'endoderme antérieur. De sorte qu'il y a, au cours des transformations de la larve rhabditiforme, non seulement des modifications de forme du tube digestif antérieur s'adaptant à la succion, mais en même temps une véritable métamorphose portant sur tout l'intestin. Quelle est l'origine du nouvel intestin? L'étude de sa structure et des caractères de ses éléments nous porte, par comparaison avec l'intestin primitif, à admettre qu'il n'est point endodermique. Les recherches que nous poursuivons en ce moment nous permettront avant peu de préciser ce dernier point.

» En résumé l'on assiste chez les Nématodes à une régression de l'endoderme primitif qui rappelle celle que Heymons, puis Lécaillon, ont observée chez certains Insectes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'exosmose de diastases par les plantules* (1). Note de M. **Jules Laurent**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Par des cultures en milieux liquides stérilisés, j'ai montré que l'empois d'amidon peut être partiellement utilisé par les plantules de Maïs; non seulement les racines absorbent la petite quantité d'amidon soluble qui se forme pendant la stérilisation à l'étuve à 120°; mais une partie de l'empois est liquéfiée et sert à la nutrition de la plante.

» Si l'on examine les conditions de sécrétion des diastases qui interviennent dans ces phénomènes de digestion, on est amené à émettre deux hypothèses relativement à leur origine : 1° les diastases proviennent de la graine elle-même, et sont directement exosmosées dans le milieu extérieur; 2° la sécrétion se fait par quelque région de la surface des racines. Examinons successivement ces deux hypothèses.

» I. J'ai mis en germination des graines stérilisées de Maïs, de Blé, de Pois, de Sarrasin, puis quand la radicule eut atteint de 1^{cm} à 5^{cm} de longueur, les jeunes plantules furent immergées dans l'eau distillée préalablement bouillie et saturée de chloroforme. Après quelques heures de macération, la liqueur fut partagée en deux parties égales : l'une fut portée à l'ébullition pour détruire les diastases, puis additionnée d'empois d'amidon; la seconde, non traitée par la chaleur, reçut une même quantité

(1) Ce travail a été fait dans les laboratoires d'Histoire naturelle et de Bactériologie de l'École de Médecine de Reims.

d'empois. Les deux liquides ayant été chloroformés furent mis à l'étuve pendant douze à quinze heures à une température comprise entre 40° et 60°, et l'on a dosé dans chacun d'eux les poids de sucres réducteurs.

» Prenons, par exemple, l'un des essais concernant le Maïs. Le 27 août 1900, 200 graines en germination depuis quatre jours présentent des racines atteignant 10^{mm} à 15^{mm} de longueur. Les plantules sont immergées, de 9^h du matin à 4^h du soir, dans l'eau distillée chloroformée, et l'on obtient ainsi 182^{cc} de liquide dont on fait deux parties égales. Après avoir porté l'une à 100°, on les additionne toutes deux de 50^{cc} d'empois préparé avec 1^{gr} d'amidon, et l'on porte à l'étuve de 5^h du soir à 8^h30^m du matin. Les dosages par la liqueur de Fehling indiquent $0^{gr},105$ de sucres réducteurs évalués en glucose pour la solution privée de diastases et $0^{gr},228$ pour l'autre, soit une différence de $0^{gr},113$.

» Avec des germinations plus avancées les chiffres sont sensiblement plus élevés, et dans une seconde expérience, faite avec 135 plantules en germination depuis dix jours, alors que le témoin renfermait $0^{gr},158$ de sucres réducteurs, la solution contenant les diastases en a fourni $0^{gr},651$, soit un excédent de $0^{gr},493$.

» Des résultats analogues ont été obtenus avec le Blé, le Pois et le Sarrasin. Ainsi :

» *Pendant la germination, une partie de l'amylase formée dans les graines peut être exosmosée, et les graines en rejettent d'autant plus qu'elles en renferment davantage.*

» En appliquant la même méthode au sucre de canne, on reconnaît que *les graines rejettent également de très petites quantités de sucrase.*

» II. De nombreuses recherches ont été faites sur l'exosmose de diastases par les racines, et elles ont généralement abouti à un résultat négatif. Toutefois, comme la plupart des expériences ont été faites dans l'eau distillée, c'est-à-dire en l'absence d'aliment à digérer, elles ne sont pas démonstratives. On sait, en effet, que chez divers champignons, *Penicillium, Aspergillus,* la secrétion des diastases, sans être indépendante de la nature de la cellule vivante, est le plus souvent adaptée à l'aliment, et Pawlow a montré que cette adaptation se retrouve jusque dans la secrétion gastrique du chien. Il pouvait donc être intéressant de reprendre ces expériences et d'étudier en particulier si, en présence d'amidon, les racines sont capables de secréter l'amylase.

» Je me suis assuré tout d'abord, en appliquant la méthode générale indiquée plus haut, que les racines de Maïs provenant de graines en ger-

mination depuis 12 jours renferment bien de l'amylase, et j'y ai trouvé aussi de la sucrase.

» Une simple remarque permet d'ailleurs de préciser l'une des régions dans lesquelles l'amylase est localisée, non seulement pendant la période de germination, mais encore pendant toute la durée de la croissance des racines. Les cellules jeunes du méristème subterminal sont toujours remplies de grains d'amidon disposés en une couche sphérique autour du noyau; mais à mesure qu'on s'éloigne du méristème pour se diriger vers les tissus différenciés, l'amidon disparaît progressivement, aussi bien dans les cellules externes de la coiffe que dans celles qui concourent à former le cylindre central et l'écorce. Et ainsi *toutes les cellules enveloppant le méristème contiennent certainement de l'amylase puisqu'il y a digestion des réserves d'amidon*.

» Pour en rechercher la sortie, j'ai eu recours à des cultures sur milieux solides, gélatine et gélose tenant en suspension des grains d'amidon ou de l'empois.

» Les graines stérilisées au sublimé dans les conditions que j'ai précisées antérieurement [1] sont ensemencées sur du coton stérilisé. Quand les radicules ont atteint 3^{cm} à 4^{cm} de longueur, on les fait pénétrer dans la gélatine ou la gélose amidonnées et réparties en plaques ou en tubes. En maintenant les cultures dans une atmosphère saturée, les plantules continuent à se développer et les racines pénètrent en se ramifiant dans le milieu solide. L'examen direct de la gélose en plaques peut se faire au microscope après traitement par l'eau iodée; pour les cultures en tubes, on brise les tubes et l'on fait des coupes. On peut voir ainsi les poils absorbants du Maïs et du Pois former un feutrage serré au milieu de la gélose sans que les grains d'amidon en contact aient subi la moindre altération et ils sont également intacts au voisinage des débris laissés par la coiffe.

» Mais s'il est vrai que la sortie des diastases doit être considérée comme un *procès de famine*, les conditions de l'expérience n'étaient pas favorables à la sécrétion, puisque les plantules trouvaient dans les réserves de la graine une alimentation abondante. J'ai donc repris ces premiers essais avec des plantules de Maïs privées d'albumen et avec des Pois débarrassés de leurs cotylédons, et là encore les grains d'amidon n'ont pas été altérés, ni dans les cultures sur gélose simple, ni dans les cultures sur gélose addi-

---

(1) J. LAURENT, *Sur l'absorption des matières organiques par les racines* (*Comptes rendus* du 29 novembre 1897).

tionnée de peptone qui aurait pu fournir l'aliment azoté nécessaire à la formation de l'amylase. On ne peut même pas invoquer ici une acidité insuffisante du milieu, puisque les *Penicillium* qui avaient envahi quelques cultures répandaient au loin les diastases sécrétées par leurs filaments mycéliens, digérant ainsi à distance les grains d'amidon.

» En résumé, les graines en germination peuvent répandre autour d'elles une partie des diastases nécessaires à la digestion de leurs réserves et utiliser ainsi certaines matières organiques insolubles, comme l'amidon, qui peuvent se trouver à leur portée. Mais ce phénomène cesse avec la période de germination, et, comme l'avait déjà montré M. Duclaux, les racines sont incapables de rejeter au dehors des quantités appréciables d'amylase. »

GÉOLOGIE. — *Origine de l'argile ocreuse caractéristique du diluvium rouge.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« La coexistence du diluvium gris et du diluvium rouge dans une foule de localités, non moins que les analogies mutuelles et les contrastes profonds de ces deux formations, ont exercé la sagacité de beaucoup de géologues, qui ont émis, à leur égard, les suppositions les plus contradictoires. L'opinion qui a définitivement prévalu est que le diluvium rouge n'est qu'un produit d'altération, de rubéfaction et de décalcification du diluvium gris, et que l'agent déterminant de cette métamorphose est l'eau de pluie, s'infiltrant dans le sol et y charriant l'oxygène et l'acide carbonique dont elle est chargée pour les avoir dissous.

» Mais il reste encore quelques détails incomplètement élucidés, et d'abord l'origine de la matière colorante, si caractéristique du diluvium supérieur.

» Cette matière est essentiellement argileuse; quand on l'a séparée à l'état de pureté, on ne peut qu'être frappé de son identité avec l'argile rouge qu'on retire des puits naturels et des cavernes et qui a provoqué tant de discussions.

» Pour cette dernière, on en retrouve sans peine l'origine dans la roche calcaire au travers de laquelle les puits naturels et les cavernes ont été ouverts par corrosion. A première vue, il semble très difficile d'étendre cette interprétation au diluvium rouge et c'est pour cela que bien des auteurs sont allés jusqu'à dire que l'argile rouge, sortie des profondeurs du sol par le conduit tout préparé des puits naturels qu'elle tapisse, avait été

étendue sur le diluvium gris avant de pénétrer dans sa masse de haut en bas et très inégalement suivant la porosité spéciale de chaque point.

» Or il me semble intéressant d'appeler l'attention sur cette particularité généralement méconnue, que l'argile rouge du diluvium est le résidu de l'attaque des galets calcaires normalement contenus dans le diluvium gris.

» C'est un motif de grande surprise, après les enseignements de Belgrand et de ses élèves, que de reconnaître l'énorme proportion de débris calcaires dans le diluvium de la Seine. On cite, dans tous ces ouvrages, une liste de roches dont le mélange constitue le diluvium, et le calcaire n'y figure qu'à l'état d'exception; cependant, si l'on refait par soi-même l'étude des graviers fluviatiles, on y reconnaît de 30 à 70 pour 100 de parties calcaires.

» Celles-ci, faciles à attribuer, comme à leur source originaire, aux diverses assises tertiaires et secondaires du bassin parisien, donnent par dissolution dans un acide une proportion variable, mais toujours très notable, d'argile, généralement très ferrugineuse et qui manifeste la plus grande tendance à se rubéfier au moment de son isolement. Il est curieux de voir des graviers aussi clairs donner un résidu si fortement coloré, et j'ai déjà eu l'occasion d'insister sur la rubéfaction artificielle qu'on inflige à certains fragments calcaires par une simple immersion de quelques instants dans l'acide chlorhydrique.

» Les séries de dosages d'argile que j'ai exécutées sur les galets, graviers et sables calcaires, et sur divers échantillons de diluvium rouge, conduisent à croire qu'on pourrait, en certains cas, retrouver l'épaisseur de diluvium gris primitif d'où dérive une nappe donnée de diluvium rubéfié. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Emploi de transparents pour combiner les effets de la révolution synodique avec ceux de la rotation terrestre.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« *Onde mensuelle synodique.* — Il est bon d'avoir tout d'abord une représentation d'ensemble de l'*onde mensuelle synodique,* que j'ai essayé de définir et de décrire dans ma Note du 7 mai (¹).

» Découpons, sur papier calque, un cercle de la dimension des cartes

(¹) *Écarts barométriques sur le parallèle aux jours successifs de la révolution synodique* (*Comptes rendus* du 7 mai 1900, p. 1279).

du *Bulletin du Signal Office* (hémisphère boréal), par 29 rayons espacés de 12°4 ou 49′7 en temps. Aux extrémités de ces rayons, inscrivons, de l'est à l'ouest, les numéros des 29 jours synodiques. Sur chaque rayon reportons, de 10° en 10° de latitude, les écarts synodiques afférents au midi Greenwich du jour inscrit. Séparons par un trait les écarts positifs des négatifs. Distinguons par deux teintes, d'intensité proportionnée à l'élévation des côtes, les surfaces ainsi délimitées. C'est l'onde mensuelle synodique prise au midi Greenwich.

» Sur les prolongements pointillés des 29 rayons, inscrivons, entre parenthèse, les écarts opposés correspondants et distinguons d'une façon analogue les + et les —. C'est la même onde à douze heures d'intervalle.

» Appliquons le transparent ainsi préparé sur la carte du *Signal Office* d'un jour synodique déterminé, en plaçant sur le méridien de Greenwich le rayon portant le numéro du jour. De même successivement pour les jours suivants. Nous verrons que les mouvements barométriques suivant les parallèles sont reproduits, très bien jusqu'à quelque distance de ce méridien, approximativement ailleurs.

» Ces discordances partielles sont dues au mouvement diurne.

» *Onde quotidienne.* — J'ai dit qu'entre le 45ᵉ et le 70ᵉ parallèles, l'onde synodique mensuelle prise en sens inverse ne saurait plus servir de mesure à l'onde diurne, la durée n'étant pas négligeable dans les résultats de la lutte entre les effets consécutifs du soulèvement à l'équateur et de la traction au pôle. Faisons cependant abstraction de cette complication locale. Calquons l'envers du transparent précédent, en prenant les jours pour des heures de 49′7. Nous avons l'*onde quotidienne* qui, marchant en sens inverse et vingt-neuf fois plus vite, se mélange à l'onde mensuelle.

» *Instantanétype.* — Plaçons le deuxième calque sur le premier, en faisant coïncider, au méridien de Greenwich, deux rayons d'un même numéro n. Les demi-sommes des écarts qui se trouvent superposés donnent les écarts effectifs sur l'hémisphère au jour n, à midi Greenwich ou à l'heure locale n du méridien du passage de la Lune. Désignons par $[n]$, $[n+1]$, ..., la suite des écarts inscrits, de 0° à 90°, sur les rayons $n, n+1$ et appelés à entrer dans les mélanges à même latitude : les cotes effectives sont, sur le méridien de Greenwich $\frac{[n]+[n]}{2}$ et sur les méridiens de part et d'autre, $\frac{[n+1]+[n-1]}{2}$, $\frac{[n+2]+[n-2]}{2}$, . . .

» La figure est entièrement symétrique par rapport au méridien de l'instant des observations.

» *Variation diurne.* — Si l'on continue à supposer que la Lune marche par bonds à chaque midi Greenwich, on a la variation diurne en faisant, de l'est à l'ouest, faire un tour au deuxième calque sur le premier. Cette variation donne à ajouter à la constante $\frac{[n]}{2}$ du jour les demi-écarts successifs $\frac{1}{2}\{[n], [n+1], \ldots, [29], [1], \ldots, [n-1]\}$, en chaque heure de 49′7.

» *Instantanés des différents jours synodiques.* — On peut, dans l'application, simplifier l'instantané type. Négligeant quelques complications sans importance, on a la situation des écarts effectifs au midi Greenwich du jour n en arrêtant à cet instant la rotation des deux ondes opposées. On a ainsi, côté jour, les écarts effectifs sur les rayons $n-7$ à $n+7$, et, côté nuit, les écarts sur les autres côtés des mêmes diamètres (¹).

» Il faut, en les teintant comme il a été dit, dresser sur transparents ces instantanés des écarts dus à la progression angulaire de la Lune et à la rotation terrestre, pour tous les jours synodiques, ou, tout d'abord, pour les jours 1, 8, 16 et 23. En les superposant aux cartes des observations simultanées réelles, on voit qu'on a une très bonne représentation des mouvements suivant les parallèles.

» *Exemples.* — Contentons-nous d'indiquer les principaux résultats pour le jour 16.

Longitude.	Écarts aux latitudes.		
0°		20° et 40° : $+1^{mm},5$	60° : $-1^{mm},25$
45° E ou W		30° : $+0^{mm},6$	60° : $-0^{mm},4$
90° id.	0° : $-0^{mm},2$;	30° : $+0^{mm},25$	60° : 0
135° id.		30° : $+0^{mm},5$	60° : $-0^{mm},6$
180°	0° : $-0^{mm},25$;	30° : $+0^{mm},5$	60° : $-1^{mm},0$
		Pôle : $-1^{mm},0$	

» Au midi Greenwich du jour 16, on prend les cotes à douze heures d'intervalle de l'opposition (²). Aussi les écarts sont-ils très notablement plus faibles qu'au jour 1, où l'on a sur le méridien de Greenwich :

A 10° : $-1^{mm},5$; à 40° : -4^{mm}; à 60° : $+5^{mm},25$; au pôle : $+4^{mm},5$.

(¹) *Exemple :* Jour, 1; division, 1 sur le méridien de Greenwich; cotes, $\frac{[1]+[1]}{2}$. Divisions, 2 et 29; cotes, $\frac{[2]+[29]}{2}$. Divisions, 8 et 23; cotes, $\frac{[8]+[23]}{2}$. Même procédé pour les opposés.

(²) Système des 29 midis.

» Et cependant, malgré l'introduction du jour o, ces moyennes ne donnent pas encore les cotes du passage.

» *Observation.* — Ne pas perdre de vue que l'emploi de ces transparents ne suffit plus dès qu'on n'a pas pour but unique de suivre, dans leur ensemble, les mouvements barométriques suivant les parallèles. Il y a, selon les cas, à tenir un compte plus ou moins approché :

» 1° Des conditions générales de la circulation dans le mois et, sur tel méridien, du profil barométrique moyen du mois, auquel se superposent les écarts (¹);

» 2° Des écarts tropiques qui s'y superposent également par addition algébrique (²);

» 3° Des effets anomalistiques (³);

» 4° Dans le détail, de l'arrivée des dépressions avec leur profondeur acquise (⁴). »

M. H. Tarry adresse, d'Alger, des renseignements relatifs aux résultats des observations des Léonides par la section Flammarion du Petit-Athénée.

Les observations faites les 5 et 6 novembre signalent un point radiant, dans Cassiopée.

Dans la nuit du 14 au 15, et le 15 au matin, l'essaim des Léonides n'a presque rien donné.

Les observations faites dans les deux nuits suivantes ont fourni 52 trajectoires, qui ont été reportées sur des Cartes du ciel transmises par la Société astronomique de France. Ces Cartes seront adressées à l'Académie lorsqu'elles auront été revisées et qu'on aura fait la légère correction résultant de la comparaison des heures. Dans ces 52 trajectoires, il n'y a aucune Léonide.

M. E. Guarini adresse une nouvelle Note intitulée : « Quelques expériences sur la propagation des ondes hertziennes ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

(¹) *Comptes rendus*, 10 juillet, 26 décembre 1899.

(²) Plus importants et plus soutenus (*Comptes rendus*, 2 octobre 1899). Appliquer l'écart moyen à chaque parallèle.

(³) $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{6}$ d'augmentation ou de diminution de la valeur absolue des écarts aux périgées et aux apogées. Seul effet à considérer ici.

(⁴) *Comptes rendus* du 9 juillet 1900, p. 132.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie, par l'organe de son doyen M. *Troost*, présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Ed. Grimaux* :

En première ligne	M. **Étard**.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique	MM. **Haller**. **Jungfleisch**. **Lebel**. **Le Chatelier**.
En troisième ligne, par ordre alphabétique	MM. **Colson**. **Hanriot**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 novembre 1900.

Rapports présentés au Congrès international de Physique réuni à Paris en 1900 *sous les auspices de la Société française de Physique,* rassemblés et publiés par Ch.-Éd. Guillaume et L. Poincaré. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 3 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Essais de Philosophie et d'Histoire de la Biologie, par E. Gley. Paris, Masson et Cie, 1900; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Utilisation des fils de retour commun pour l'extension économique des réseaux téléphoniques existants, par M. G. Rheins. Dijon, 1900; 1 fasc. in-12.

Une esquisse géologique du Liban, par G. Zumoffen, S. J. Beyrouth, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La Phénicie avant les Phéniciens : L'âge de pierre, par G. Zumoffen, S. J.; Texte et Atlas. Beyrouth, 1900; 2 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La digestion dans les urnes de « Nepenthes », par Georges Clautriau. Bruxelles, Hayez, 1900; 1 fasc. in-8°.

Nature et signification des alcaloïdes végétaux, par G. Clautriau. Bruxelles, H. Lamertin, 1900; 1 fasc. in-8°.

The action of heat on the absorption spectra and chemical constitution of saline solutions, by W.-N. Hartley. Dublin, 1900; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Ueber einige Unvollkommenheiten des Substanzgesetzes und ihre Abstellung, von Gustav Wendt. Berlin, Leonhard Simion, 1900; 1 fasc. in-8°.

Annali della regia scuola superiore di Agricoltura in Portici; serie seconda, vol II, fasc. 1. Portici, 1900; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh, vol. XXXIX, parts 2-4. Édimbourg, 1899-1900; 3 vol. in-4°.

Anales de la Oficina Meteorologica Argentina, por su Director Gualterio G. Davis, t. XIII. Buenos-Ayres, 1900; 1 vol. in-4°.

Analele Institutului meteorologico al României; t. XIV, 1898. Bucarest-Paris, 1900; 1 vol. in-4°.

Régime pluviométrique de Roumanie, par St.-C. Hepites. Bucarest, 1900; 1 fasc. in-4°.

Organisation du service météorologique de Roumanie, par St.-C. Hepites. Bucarest, 1899; 1 fasc. in-4°.

Buletinul lunar al observatiunilor meteorologice din România, publicat de Stefan-C. Hepites; anul viii, 1899. Bucarest, 1900. 1 fasc. in-4°.

Album climatologique de Roumanie, par St.-C. Hepites. Bucarest, 1900; 1 fasc. in-4° oblong.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Action du champ magnétique terrestre sur la marche d'un chronomètre aimanté*. Note de M. A. CORNU.

« La marche des chronomètres, dont certaines pièces en acier trempé sont toujours plus ou moins magnétiques, est nécessairement influencée par le magnétisme terrestre et par celui des masses aimantées situées au voisinage.

» Les observations suivantes, quoique très incomplètes, me font penser qu'il y a lieu d'introduire la considération de cette influence dans la discussion des causes régulières qui modifient la marche des chronomètres : la question intéresse particulièrement les montres embarquées à bord des navires où le fer, la fonte et l'acier constituent la presque tota-

lité du bâtiment ou des agrès. L'action du magnétisme terrestre donnerait peut-être la clef et par suite la correction de certaines anomalies que présente la marche des chronomètres à la mer.

» Ces observations ont été effectuées sur une montre de poche, dite *demi-chronomètre* (échappement à ancre, balancier compensé, spiral en palladium, marche antérieurement très satisfaisante), qui a été aimantée par mégarde à l'approche d'un gros électro-aimant. Cet accident a naturellement introduit de fortes perturbations dans la marche et causé des arrêts fréquents au début [1]; malgré ces difficultés, j'ai persisté à étudier les diverses circonstances qui pouvaient éclairer sur la nature de ces perturbations. Je suis arrivé finalement à mettre en évidence l'existence d'un régime régulier, et, par suite, à montrer la possibilité de corriger l'action d'un champ magnétique sur un chronomètre aimanté, soit par une formule de correction, soit par des dispositifs compensateurs.

» Ce résultat est en contradiction avec l'opinion commune qu'une montre aimantée s'arrête constamment et qu'elle est devenue inutilisable à moins d'une désaimantation complète : mais la confiance dans la recherche d'un régime régulier m'avait été inspirée par les réflexions suivantes :

» Les pièces d'acier *aimantables* sont les pivots, le ressort, l'ancre, le balancier et ses annexes de l'échappement. Or, en général, dans les montres de précision, tout contact direct de pièces d'acier est soigneusement évité; ces contacts ont lieu par l'intermédiaire d'une pierre dure. Donc il ne peut se produire aucune adhérence magnétique, par suite, aucun arrêt de ce chef. Toutes les actions mutuelles sont des actions à distance : beaucoup d'entre elles, comme celle des pivots, se compensent ou s'atténuent par suite de la direction de la ligne de leurs pôles vis-à-vis des pièces oscillantes de l'échappement. En tout cas, ces actions sont de deux sortes : les forces permanentes, dont la résultante peut augmenter le frottement des pivots sur les pierres, et les forces périodiques; les premières peuvent effectivement entraver la mobilité des

---

(1) C'est l'effet ordinaire produit par l'aimantation; je suis porté à croire que les arrêts plus ou moins fréquents des montres aimantées (excepté celles dont l'échappement est à cylindre) ne proviennent, en général, qu'indirectement du magnétisme subitement développé. Je les attribuerais volontiers à l'attraction de poussières magnétiques qui viennent coincer les engrenages ou les pièces très mobiles de l'échappement. J'ai remarqué, en effet, qu'un léger choc fait repartir le balancier avec son amplitude ordinaire et, d'autre part, que le nettoyage pur et simple du rouage, sans essai de désaimantation, fait disparaître les arrêts pendant longtemps, probablement jusqu'à ce que d'autres poussières magnétiques s'introduisent par les fissures du boîtier; l'usure des pièces d'acier du remontage suffit d'ailleurs à les produire.

pièces et causer leur arrêt, mais les autres agissent alternativement comme retardatrices et accélératrices : elles ont pour effet d'altérer la période du balancier, c'est-à-dire la marche diurne ainsi que son amplitude moyenne : il peut arriver cependant que cette amplitude tombe au-dessous d'une certaine limite, ce qui entraîne un arrêt. Mais si le rouage a fonctionné sans interruption pendant vingt-quatre heures, il n'y a aucun motif pour que le mouvement ne continue pas indéfiniment d'une manière identique, car le remontage quotidien remet toutes les pièces dans la même position relative. S'il se produit un arrêt, c'est qu'on a fait intervenir une force étrangère (choc, trépidation, poussières, approche d'objets aimantés).

» Donc si l'on écarte toutes ces causes perturbatrices en disposant la montre aimantée sur un support stable, bien horizontal, dans une orientation fixe, elle ne doit plus s'arrêter et doit acquérir une marche diurne aussi constante que le permet la perfection du mécanisme.

» C'est ce que je n'ai pas tardé à constater après avoir fait nettoyer soigneusement cette montre et remplacer le ressort ([1]) qui avait été cassé par accident : l'horloger avait eu ordre de ne rien faire pour désaimanter les pièces d'acier. Le magnétisme paraît d'ailleurs se conserver sans altération, car la montre est restée très magnétique depuis trois ans : ainsi, aujourd'hui comme à l'époque de son aimantation (janvier 1898), l'aiguille d'une petite boussole breloque placée au-dessus du balancier vibre synchroniquement comme lui par oscillations de deux cinquièmes de seconde, ou encore fait un tour complet synchroniquement à la roue d'échappement lorsqu'on approche la boussole dans le plan de cette roue à une distance et suivant une orientation convenables.

» Dans ces conditions, la seule force étrangère au rouage pouvant agir sur la montre est celle du champ magnétique terrestre : j'ai donc été amené à rechercher si la marche de cette montre aimantée ne variait pas avec l'orientation du balancier relativement au méridien magnétique.

» A cet effet, le support horizontal a été rendu mobile autour d'un axe vertical et la montre a été maintenue pendant un nombre de jours sensiblement constant successivement dans les quatre orientations rectangulaires N, S, E, W magnétiques, c'est-à-dire dans des positions telles que les rayons menés du centre du cadran aux heures XII, III, VI, IX fussent successivement dirigés vers le nord magnétique.

» Voici les résultats des comparaisons effectuées dans ces azimuts avec une horloge

---

([1]) Ce ressort était beaucoup moins aimanté que je ne l'eusse supposé : il ne présentait que des traces de magnétisme périodiquement distribuées sur chaque spire d'enroulement dans le barillet.

à secondes (Callier n° 767, échappement à ancre, balancier compensé au mercure) dont la marche très régulière n'est que de quelques dixièmes de seconde par jour.

Dates.		Marche diurne moyenne dans les orientations.				Paramètre de la sinusoïde moyenne.	
		XII.	III.	VI.	IX.	A.	ω_0.
1898. Juin 20. à	1898. Juillet 12 ...	s — 5,75	—21,88	—19,68	— 8,23	s 9,85	o 225.35
1898. Oct. 24.	1899. Janvier 22...	4,54	— 5,78	— 0,66	5,12	7,89	226.19
1899. Avril 12 [1].	1899. Mai 29	21,76	4,53	1,22	21,47	13,31	230.29
1899. Juin 24.	1899. Juillet 11 ...	24,81	14,40	4,56	21,20	10,68	251.27
1899. Nov. 14.	1900. Avril 17	21,24	6,00	7,05	20,42	10,12	224.32
1900. Avril 23.	1900. Juillet 5	22,13	9,25	5,87	17,98	9,23	241.46
1900. Nov.	1900. Nov. 17.....	28,39	13,67	6,26	19,90	11,50	254.17
					Moyenne ...	10,37	136.21

» Ainsi la variation systématique de la marche diurne avec l'orientation de la montre est d'une netteté parfaite. Ce Tableau est curieux (malgré de fortes irrégularités dans les observations partielles), lorsque l'on songe à quel degré cette montre est magnétique : le régime est devenu régulier surtout à partir du deuxième nettoyage. La variation systématique est assez précise pour que les moyennes données ci-dessus représentent d'une manière satisfaisante les quatre ordonnées y_0, y_1, y_2, y_3 de la fonction sinusoïdale

$$(1) \qquad y = A \sin(\omega - \omega_0) + C,$$

correspondant aux azimuts $\omega = 0, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$,

$$(2) \qquad \begin{cases} y_0 = -A \sin\omega_0 + C, & y_1 = A \cos\omega_0 + C, \\ y_2 = A \sin\omega_0 + C, & y_3 = -A \cos\omega_0 + C; \end{cases}$$

on en déduit les deux paramètres A et ω_0 de la sinusoïde

$$(3) \qquad \tang\omega_0 = -\frac{y_0 - y_2}{y_1 - y_3}, \qquad A^2 = \left(\frac{y_0 - y_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{y_1 - y_3}{2}\right)^2.$$

» Le nombre des données étant supérieur d'une unité au nombre des paramètres de l'équation (1), il existe une relation nécessaire entre les

---

(1) La montre a été de nouveau nettoyée après quelques arrêts : depuis cette époque, aucun arrêt spontané n'a eu lieu.

quatre données

$$(4) \qquad y_0 + y_2 = y_1 + y_3 = 2\,C.$$

» Cette relation n'est satisfaite qu'approximativement dans le Tableau précédent : mais le peu de précision des données ne m'a pas paru justifier l'emploi de la méthode des moindres carrés pour le calcul des deux paramètres intéressants A et ω_0.

» Le calcul simple par les formules (3) suffit d'ailleurs pour montrer que l'état magnétique de la montre est resté sensiblement constant : la demi-amplitude moyenne des variations avec l'orientation est $10^s,37$ et l'azimut moyen du nœud ascendant de la sinusoïde, qui a peu varié, est égal à $260°21'$. Cette direction est sensiblement celle que prend le rayon de l'heure VIII (240°), lorsqu'il est dirigé vers le nord; ou celui de l'heure II vers le sud; l'axe du balancier est sur l'heure IV.

» Cette loi sinusoïdale est identique à celle que doit présenter la marche d'une montre dont le cadran est vertical et orienté dans divers azimuts, lorsque le balancier est insuffisamment équilibré.

» En effet, la pesanteur produit alors, si l'amplitude moyenne reste constante, un couple proportionnel à la projection verticale de l'excentricité du centre de gravité.

» J'avais précisément fait, en 1890, une étude superficielle de cette erreur sur cette montre avant qu'elle eût été aimantée; voici la série d'observations la plus complète :

	XII.	III.	VI.	IX.	A.	ω_0.
1890 oct. 26 à 1891 janv. 25...	$6^s,26$	$10^s,28$	$16^s,96$	$9^s,22$	$5^s,38$	$264°21$

» Cette série assez médiocre [car la condition (4) n'est qu'approximativement remplie] suffit cependant à vérifier que le couple dû à la pesanteur seule produit une variation du même genre que celle due au couple magnétique terrestre : les paramètres A et ω_0 n'ont naturellement aucune relation avec ceux qui précèdent.

» Cette vérification est très intéressante et bien utile, parce qu'elle fait voir que la condition découverte par Phillips (*Annales des Mines*, 6ᵉ série, t. IX, p. 321; 1866) pour éliminer l'influence de la pesanteur, doit s'appliquer à l'élimination de l'influence du magnétisme.

» Bien que la variation systématique de la marche de la montre aimantée posée horizontalement (par conséquent soustraite à l'action perturbatrice de la pesanteur) soit visiblement due à l'action du magnétisme terrestre, j'ai voulu obtenir une vérification directe de cette influence en

annulant l'action terrestre sur le balancier par celle d'un barreau aimanté compensateur ; j'y suis parvenu de la manière suivante :

» J'ai taillé en liège un disque exactement de même forme que la montre, et marqué sur l'une des faces les heures XII, III, VI et IX, ainsi que la projection de l'axe du balancier situé sur le rayon de l'heure IV à 12^{mm} du centre du cadran.

» Ce point a été pris comme centre d'une entaille cylindrique dans laquelle la petite boussole précitée a été encastrée. Ce liège fixé sur le support horizontal tournant décrit plus haut permet donc de placer le centre de la boussole exactement à la place où se trouve l'axe du balancier dans toutes les orientations de la montre. A l'aide d'un bras articulé convenablement assujetti sur la partie fixe du support, on approche un petit barreau aimanté vertical, de manière à rendre astatique l'aiguille de la boussole : on est ainsi assuré d'avoir annulé l'influence de la terre, dans le petit espace où se meut le balancier, lorsqu'on remplace le liège par la montre orientée dans le même azimut. A chaque changement d'orientation, la même substitution de la boussole est faite et le même réglage astatique opéré.

» Conformément aux prévisions, la marche diurne de la montre observée dans les quatre azimuts est restée sensiblement la même, c'est-à-dire indépendante de l'orientation :

	XII.	III.	VI.	IX.
1900. Nov. 19 -- nov. 27.....	17^s,60	18^s,95	17^s,10	17^s,20

» Les irrégularités sont de l'ordre des erreurs inhérentes au mécanisme et à l'imperfection de la compensation magnétique : la vérification est donc aussi satisfaisante que possible.

» Ces observations conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° Les chronomètres de précision sont influencés par les variations du champ magnétique où ils sont placés dans une mesure qui dépend du degré d'aimantation du balancier et du spiral.

» Cette influence est particulièrement à craindre à bord des bâtiments en fer, surtout par les changements de route qui modifient le champ magnétique en direction et en intensité.

» 2° Il importerait donc, avant de procéder à l'étude de la marche des chronomètres, de déterminer le moment magnétique du balancier [1], muni ou non de son spiral : il est probable qu'on n'en trouvera aucun absolument dépourvu de magnétisme.

» 3° Dans les observatoires où l'on étudie la marche des chronomètres,

---

(1) Il suffit d'observer, à une distance convenable, la déviation exercée sur un petit aimant suspendu à un fil sans torsion et muni d'un miroir. Pour ramener la mesure aux unités C.G.S., on comparera avec la déviation produite par un barreau de moment connu.

il serait nécessaire de faire régulièrement (¹) les comparaisons dans quatre azimuts rectangulaires et de noter, s'il y a lieu, les variations systématiques correspondantes pour calculer la formule de correction.

» 4° En tout cas, il importe de régler à 440° l'amplitude totale des oscillations du balancier, suivant la règle découverte par Phillips, afin d'éliminer l'action du couple magnétique terrestre : malheureusement, dans les chronomètres, cette amplitude est difficile à atteindre et surtout à conserver.

» 5° Enfin, par surcroît de précaution, il y aurait lieu d'essayer, dans les observatoires aussi bien qu'à bord des navires, d'envelopper chaque chronomètre dans une épaisse boîte de fonte ou de fer (comme le galvanomètre cuirassé de Lord Kelvin) pour soustraire l'instrument à l'action magnétique de la terre et du navire.

» Grâce à ces études ou à ces précautions, on pourrait sinon faire abstraction du magnétisme inévitable des pièces d'acier des chronomètres, du moins déterminer, par des mesures préalables, l'importance de l'action résiduelle et la correction qui peut l'annuler. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'existence des azotures de néodyme et de praséodyme*. Note de M. **H. Moissan.**

« Dans un travail publié dans le dernier numéro des *Comptes rendus* (19 novembre 1900), M. Matignon a abordé l'étude des azotures de thorium, de cérium, de lanthane, de praséodyme, de néodyme et de samarium en faisant réagir l'azote sur le mélange d'oxyde et de magnésium.

» Nous ferons remarquer à ce sujet que, dans ma Note du 15 octobre 1900 sur la préparation et les propriétés des carbures de néodyme et de praséodyme, nous avions indiqué l'existence des deux azotures de néodyme et de praséodyme préparés par l'action du gaz ammoniac sur les carbures à la température de 1200°. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Chimie, en remplacement de M. *Éd. Grimaux*, décédé.

(¹) Cette opération se fait quelquefois dans le cas d'anomalies extraordinaires, mais non d'une manière courante.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Étard	obtient	....	18 suffrages,
M. Haller	»	....	17 »
M. Le Chatelier	»	....	16 »
M. Lebel	»	....	4 »

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un deuxième tour de scrutin.

Le nombre des votants étant encore 55,

M. Étard	obtient	....	20 suffrages,
M. Haller	»	....	18 »
M. Le Chatelier	»	....	17 »

Aucun candidat n'ayant encore obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin, qui doit être un scrutin de ballottage entre les deux candidats ayant obtenu le plus de voix.

Le nombre des votants étant toujours 55,

M. Haller	obtient	....	29 suffrages,
M. Étard	»	....	24 »

Il y a deux bulletins nuls.

M. **Haller**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Garcio** adresse un « Projet d'établissement d'une communication électrique, comme mesure de sécurité, entre véhicules circulant sur une voie ferrée ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. **Fr. Landolph** adresse deux Mémoires intitulés : « Études sur le suc

gastrique : nouvelles méthodes analytiques », et « Études urologiques : reconnaissance, par voie chimique, du diabète, de la glycosurie franche et de la glycosurie alimentaire ou accidentelle ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la mort de M. *Ollier*, Correspondant de la Section de Médecine et Chirurgie, décédé à Lyon le 26 novembre 1900.

M. C. **Klein**, élu Correspondant pour la section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. S. **Jourdain** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant actuellement vacante dans la Section de Zoologie.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « Recueil de données numériques, publié par la Société française de Physique : Optique; par M. *H. Dufet*; 3e fascicule, Pouvoirs rotatoires; couleurs d'interférence; supplément ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la définition de certaines intégrales de surface.* Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Picard.

« Les fonctions f, φ, ψ étant continues, les équations

$$(1) \qquad x = f(t), \qquad y = \varphi(t), \qquad z = \psi(t)$$

définissent une courbe. Dans le langage courant on appelle *longueur d'une courbe* la longueur de certaines lignes polygonales confondues avec la courbe au degré de précision que l'on peut atteindre. Si l'on suppose que cette précision augmente indéfiniment, on est conduit à définir la longueur

de la courbe comme limite des longueurs de ces polygones. Les courbes se partagent en deux catégories : les courbes rectifiables, celles vers lesquelles tend uniformément une suite de polygones dont les longueurs n'augmentent pas indéfiniment, et les courbes non rectifiables. La longueur d'une courbe rectifiable est la plus petite limite des longueurs des polygones qui tendent uniformément vers la courbe. Si l'on considère une suite de polygones inscrits dans la courbe et tendant uniformément vers elle, la suite des longueurs de ces polynomes tend vers la longueur de la courbe. La longueur de l'arc (t_0, t) de la courbe (1) est fonction continue de t.

» Les fonctions f, φ, ψ étant continues en (u, v), les équations

$$(2) \qquad x = f(u, v), \qquad y = \varphi(u, v), \qquad z = \psi(u, v)$$

définissent une surface. Dans le langage courant, on appelle l'*aire d'une surface* l'aire de certaines surfaces polyédrales confondues avec la surface au degré de précision que l'on peut atteindre. On est donc conduit à définir l'aire comme limite de ces aires. Les surfaces se partagent en deux catégories : les surfaces quarrables, celles vers lesquelles tend uniformément une suite de surfaces polyédrales dont les aires n'augmentent pas indéfiniment, et les surfaces non quarrables. Une surface quarrable peut être d'une infinité de manières divisée en morceaux limités par des courbes rectifiables, le diamètre maximum des contours de ces morceaux étant aussi petit que l'on veut. Appelons *aire minima* d'une courbe rectifiable fermée C la limite des aires des surfaces polyédrales bilatères simplement connexes dont les frontières tendent uniformément vers C. Ceci posé, l'aire d'une surface quarrable est la plus petite limite des aires des surfaces polyédrales qui tendent uniformément vers la surface. Considérons une suite de divisions de la surface en morceaux limités par des courbes rectifiables, le diamètre maximum des contours de ces morceaux tendant vers zéro. A chaque division correspond un nombre, la somme des aires minima des contours des morceaux ; ces nombres tendent vers l'aire de la surface.

» Les courbes de la surface se partagent en deux catégories : celles qui peuvent être enfermées dans des morceaux de la surface dont l'aire est aussi petite que l'on veut, les courbes quarrables sur la surface, et celles qui ne le sont pas. Pour un morceau M limité par une courbe C non quarrable, il y a deux nombres à considérer : l'aire précédemment définie, ou aire intérieure, et l'aire extérieure, qui est la limite des aires intérieures

des morceaux comprenant M et dont la frontière tend uniformément vers C. L'aire d'un morceau de la surface (2), limitée par une courbe définie au moyen de la courbe correspondante c du plan de (u, v), est une fonction de c bien définie et continue quand c varie dans l'ensemble des courbes auxquelles correspondent des courbes quarrables sur la surface.

» La définition donnée plus haut, due à Scheeffer, de la longueur d'une courbe me semble bien s'appliquer au cas le plus général que l'on puisse envisager si l'on veut laisser au mot *longueur* quelque rapport avec son sens ordinaire. Pour la même raison, il ne semble pas que l'on puisse définir l'aire d'une surface non quarrable.

» Dans une Note précédente [1] j'ai défini l'aire de certaines surfaces, les *surfaces rectifiables*, telles qu'à toute courbe rectifiable du plan (u, v) corresponde sur la surface une courbe rectifiable. La définition que j'ai donnée est un cas particulier de celle qui précède. J'ai fait remarquer la grande analogie qui existe entre les définitions des mots *longueur* et *aire;* cette analogie subsiste avec les surfaces plus générales que je considère maintenant.

» *L'ensemble des surfaces quarrables n'est pas identique à celui des surfaces rectifiables*. Mais les surfaces rectifiables jouissent de propriétés fort simples. Pour ces surfaces f, φ, ψ sont des différences de fonctions croissantes en u et v; et de plus les nombres dérivés au sens de Dini, de ces fonctions considérées comme fonctions de la seule variable u, puis de la seule variable v, sont limités supérieurement en valeur absolue. Le rapport de l'aire d'un morceau de la surface à l'aire du morceau correspondant du plan des (u, v) est limité supérieurement.

» La longueur d'une courbe étant définie, on peut définir les intégrales attachées à cette courbe. Soit $F(t)$ une fonction attachée à la courbe (1). Exprimons les points de cette courbe en fonction de la longueur s de l'arc (t_0, t). $F(t)$ est une fonction de s, $\Phi(s)$. Par définition de l'intégrale curviligne, on aura

$$\int F(t)\,ds = \int \Phi(s)\,ds,$$

la seconde intégrale étant une intégrale ordinaire. La première des formules (1) définit la courbe projection sur l'axe Ox. Une intégrale relative à cette courbe est la généralisation des intégrales attachées à la projection des courbes ordinaires.

---

[1] *Comptes rendus*, 27 novembre 1899.

» Soit maintenant une surface quarrable (2); $F(u, v)$ une fonction définie sur cette surface. Divisons la surface en morceaux quarrables. Soient δa l'aire de l'un d'eux; M, m le maximum et le minimum de F dans ce morceau. Lorsque l'on fait varier la décomposition de façon que le diamètre maximum de chacun des morceaux tende vers zéro, les deux sommes

$$\sum M\,\delta a, \qquad \sum m\,\delta a,$$

tendent vers des limites fixes, indépendantes de la décomposition choisie. *Ce sont l'intégrale par excès et l'intégrale par défaut.* Si elles sont égales, F est intégrable. Ceci se présente en particulier si F est continue. Je représente l'intégrale correspondante par

$$\int\!\!\int F\,da. \tag{3}$$

» Si da représente l'élément d'aire de la surface projection définie par les deux premières équations (1), on a la généralisation de l'intégrale

$$\int\!\!\int F\,dx\,dy.$$

» On peut aussi donner de l'intégrale une autre définition tout à fait identique à celle des intégrales curvilignes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fondamentales et le problème de Dirichlet.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Picard.

« 1. Dans mon Mémoire : *Les méthodes générales*, etc. (*Annales de Toulouse*, t. II; 1900), j'ai démontré que la méthode de M. C. Neumann résout le problème de Dirichlet pour toute surface (S) satisfaisant à certaines conditions générales, si la fonction donnée f, à laquelle doit se réduire sur (S) la fonction harmonique cherchée, satisfait à l'inégalité de M. Liapounoff [Mémoire cité, p. 214, formule (11)] (¹).

» Il serait important d'éliminer cette restriction par rapport à f et de démontrer la méthode de Neumann sous la seule condition que *f soit continue sur* (S).

» J'ai proposé pour cela une méthode simple dans ma Note du 12 février

(¹) Voir aussi M. A. Korn, *Lehrbuch der Potentialtheorie*. Berlin, 1899.

1900, mais je dois reconnaître moi-même qu'elle est susceptible d'objections et sa démonstration rigoureuse offre quelques difficultés particulières.

» C'est pourquoi je me permets d'indiquer une autre méthode, un peu plus détournée, mais rigoureuse, en employant les fonctions fondamentales, dont j'ai démontré l'existence et les propriétés principales dans mes Notes du 27 mars et du 17 avril 1899 (¹).

» Il faut d'abord rappeler quelques propositions générales relatives aux fonctions fondamentales et les appliquer à la solution du problème de Dirichlet; c'est ce que je ferai dans cette Note.

» 2. Nous pouvons à présent démontrer, *indépendamment du principe de Dirichlet*, les théorèmes suivants que j'énoncerai sans démonstration :

» I. *Toute surface* (S) *satisfaisant aux conditions* 1°, 2°, 3° *et* 4° *de mon Mémoire cité* (p. 208) *donne lieu à une infinité de nombres positifs* $\lambda_k (k = 0, 1, 2, \ldots)$, *indéfiniment croissants avec* k, *et de fonctions fondamentales* $V_k (k = 0, 1, 2, \ldots)$, *harmoniques à l'intérieur de* (S) *et satisfaisant aux conditions*

$$(1) \qquad \frac{\partial V_{ki}}{\partial n} = \lambda_k \varphi V_k \quad \text{sur} \quad (S), \qquad \int \varphi V_k^2 \, ds = 1;$$
$$\lambda_0 = 0, \qquad V_0 = \text{const.},$$

où φ *est une fonction donnée, positive et ne s'annulant pas sur* (S), *et* n *désigne la direction de la normale extérieure à* (S).

» II. *Soit* f *une fonction du point* (x, y, z) *de* (S) *qui peut varier brusquement, quand* (x, y, z) *traverse quelques lignes isolées de longueur finie, tracées sur* (S), *et reste continue en tous les autres points de* (S); *soit* ψ *une autre fonction satisfaisant à la seule condition*

$$(2) \qquad \int \psi^2 \, ds < K,$$

K *étant un nombre fixe. Ces conditions étant remplies, on a*

$$\int \varphi f \psi \, ds = \sum_{k=0}^{\infty} A_k B_k, \qquad A_k = \int \varphi f V_k \, ds, \qquad B_k = \int \varphi \psi V_k \, ds,$$

$$\int f \psi \, ds = \sum_{k=0}^{\infty}{}' A_k C_k = \sum_{k=0}^{\infty} D_k B_k, \qquad C_k = \int \psi V_k \, ds, \qquad D_k = \int f V_k \, ds,$$

les séries $\sum A_k B_k$, $\sum A_k C_k$, $\sum D_k B_k$ *étant convergentes* absolument.

(¹) Voir aussi H. Poincaré, *Acta Mathematica*, t. XX; 1896. Ed. Le Roy, *Annales de l'École Normale*, 1897-1898.

» 3. Indiquons quelques applications de ce théorème général :

» *a.* Soit f une fonction donnée, assujettie aux conditions du théorème III. Posons :

$$f = \sum_{k=0}^{p} A_k V_k + R_p \quad \text{sur (S)}.$$

Le théorème II nous donne (en y posant $\psi = f$),

$$\lim_{p=\infty} \int \varphi R_p^2 \, ds = 0.$$

Supposons encore que la série $\sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k$ converge *uniformément* sur (S). On trouve

$$\lim_{p=\infty} \int \varphi R_p^2 \, ds = \int \varphi \lim_{p=\infty} R_p^2 \, ds = 0, \qquad \lim_{p=\infty} R_p^2 = 0.$$

On peut donc énoncer le théorème suivant :

» III. *La série* $\sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k$ *a* f *pour somme en tout point de* (S) *sous la seule condition que cette série soit uniformément convergente sur* (S). (Comparez Ed. Le Roy, *Annales de l'École Normale*, p. 67; 1898.)

» *b.* Désignons par G la fonction de Green correspondant au pôle (x, y, z), *situé à l'intérieur de* (S). Appliquons le théorème II à l'intégrale

$$(3) \qquad \int f \frac{\partial G_i}{\partial n} \, ds,$$

où n désigne la direction de la normale *intérieure* à (S). Nous aurons

$$\int f \frac{\partial G_i}{\partial n} \, ds = \sum_{k=0}^{\infty} A_k \int V_k \frac{\partial G_i}{\partial n} \, ds.$$

» Si f est *continue* sur (S), l'intégrale (3) définit une fonction harmonique à l'intérieur de (S) *se réduisant à* f *sur* (S) (voir mon Mémoire cité, p. 271; A. Liapounoff, *Sur certaines questions, etc.*, p. 311). On a donc, V_k étant continue sur (S),

$$\int V_k \frac{\partial G_i}{\partial n} \, ds = V_k.$$

» Il s'ensuit que

$$\int f \frac{\partial G_i}{\partial n} \, ds = \sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k.$$

» *La série* $\sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k$ *converge* ABSOLUMENT *dans tout domaine* (D_i) *intérieur à* (S), *quelle que soit la fonction f satisfaisant à la seule condition* (2) (*en y remplaçant* ψ *par f*).

» De cette égalité l'on tire immédiatement le théorème suivant :

» IV. *La série* $\sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k$ *converge* ABSOLUMENT *dans tout domaine intérieur à* (S) *et représente une fonction harmonique à l'intérieur de* (S) *se réduisant à f sur* (S), *si la surface* (S) *satisfait aux conditions du théorème* I, *et la fonction f est* CONTINUE *sur* (S) (comp. ED. LE ROY, Mémoire cité).

» Ces théorèmes étant établis, on peut généraliser la méthode de Neumann; c'est ce que je ferai, si l'Académie me le permet, dans une autre Communication. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les systèmes orthogonaux admettant un groupe continu de transformations de Combescure.* Note de M. **MAURICE FOUCHÉ.**

« M. Egorov a fait paraître dans les *Comptes rendus* (séance du 22 octobre 1900) une Note intéressante dans laquelle il a bien voulu faire allusion à un travail que j'avais publié en 1898 sur le même sujet. Mes recherches m'avaient conduit dès cette époque à des résultats que j'avais communiqués la même année à M. Darboux et dont quelques-uns se trouvent dans la Note de M. Egorov. Je me propose d'indiquer ici quelques remarques qui complètent certains points de la question.

» La fonction ω (équation 4, p. 669), dont les dérivées sont les coefficients de $d\rho_i^2$, donne lieu à la propriété suivante :

» Les surfaces $\omega =$ const. sont les trajectoires orthogonales des lignes qui joignent les points du système orthogonal où les plans tangents aux trois surfaces conservent la même direction. Il en résulte que ces surfaces se réduisent à des plans parallèles quand le système est formé de surfaces qui dérivent les unes des autres par une translation rectiligne, et à des sphères concentriques quand le système est formé de surfaces homothétiques.

» Si l'on suppose connue la représentation sphérique, les équations qui déterminent les quantités H_i ou P_i (équation 5, p. 670) sont vérifiées par

les cosinus directeurs des normales aux trois surfaces et, par suite, par une fonction linéaire et homogène de ces cosinus :

$$P_i = aX_i + bY_i + cZ_i.$$

» Avec cette solution, le système orthogonal se réduit au point dont les coordonnées sont a, b, c; mais on peut s'en servir comme point de départ pour construire dans le sens rétrograde une simple suite Σ [(6), p. 670]. Le premier système qu'on rencontre ainsi est celui où l'on a :

$$H_i = aX_i + bY_i + cZ_i.$$

Il se compose de surfaces égales qui dérivent les unes des autres par une translation parallèle à la direction a, b, c. C'est du reste le plus général des systèmes de cette nature.

» La construction complète de la suite Σ exige des quadratures qui, à chaque opération, introduisent trois constantes arbitraires. On obtient ainsi des solutions contenant autant de constantes arbitraires que l'on veut. Dans tous ces systèmes, chacune des coordonnées s'exprime par un polynome entier en ρ dont les coefficients sont des fonctions de $\rho_1 - \rho$ et $\rho_2 - \rho$. Il en résulte que les courbes qui joignent les points où les normales aux trois surfaces conservent la même direction sont représentées par les équations

$$x_i = F_i(\rho),$$

où F_i est un polynome entier. Chacune de ces courbes n'a qu'un point à l'infini, qui est le même pour toutes et qui est dans la direction allant de l'origine au point (a, b, c) dont on est parti.

» La détermination des systèmes formés de surfaces homothétiques revient à la détermination de P_i d'après la condition

$$\frac{\partial P_i}{\partial \rho} + \frac{\partial P_i}{\partial \rho_1} + \frac{\partial P_i}{\partial \rho_2} = \sigma P_i,$$

σ étant une constante (équations 7 et 8, p. 670). P_i est de la forme

$$P_i = e^{\sigma\rho} F(\rho_1 - \rho, \rho_2 - \rho),$$

et l'on ramène σ à l'unité par le changement de variables

$$\sigma\rho_i = \rho_i'.$$

» Comme l'a remarqué M. Egorov, la détermination de la fonction F

dépend d'une équation différentielle linéaire homogène du troisième ordre. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Solution d'un problème d'équilibre élastique.* Note de M. **Ivar Fredholm**, présentée par M. Picard.

« Dans un Mémoire publié récemment ([1]), j'ai démontré qu'on peut réduire le problème général d'équilibre d'un corps élastique quelconque à un problème particulier de la même nature. Soient α_1, α_2, α_3 les composantes suivant trois axes rectangulaires de la déformation produite dans un milieu illimité par l'action d'une force K appliquée au point $(x_0\, y_0,\, z_0)$, qui se trouve à l'intérieur d'un corps donné C limité par la surface ω.

» Pour avoir la solution du problème général il suffit, dans le cas où la déformation de ω est donnée, de trouver une déformation de composantes v_1, v_2, v_3 provenant de forces extérieures à C satisfaisant aux conditions

$$v_i = \alpha_i, \qquad \text{sur } \omega.$$

» On peut résoudre ce problème dans le cas où la surface limitant C est un plan; soit $z = 0$ l'équation de ce plan.

» Cela posé, je rappelle l'expression de α_i,

$$\alpha_i = \int_{-\infty}^{+\infty} \sum_{\mu=1}^{\mu=6} \frac{\psi_i(\xi, \zeta_\mu)\, d\xi}{\xi(x-x_0) + y - y_0 + \zeta_\mu(z-z_0)},$$

où les ζ_μ désignent les diverses racines d'une équation de sixième degré

$$f(\xi, \zeta) = 0.$$

» On peut exprimer les fonctions cherchées v_i par la formule

$$v_i = \int_{-\infty}^{+\infty} \sum_{\lambda,\mu} \frac{A^i_{\lambda,\mu}\, d\xi}{\xi(x-x_0) + y - y_0 + \zeta_\lambda z - \zeta_\mu z_0},$$

où la sommation doit être étendue à toutes les combinaisons λ, μ où les racines ζ_λ, ζ_μ ont des parties imaginaires de signe contraire.

([1]) *Acta Mathematica*, t. XXIII, p. 1.

» Les conditions $v_i = \alpha_i$ pour $z = 0$ se traduisent par les équations

$$\sum_\lambda A^i_{\lambda,\mu} = \psi_i(\xi, \zeta_\mu),$$

et pour que les v_i satisfassent aux équations d'équilibre, il faut et il suffit que les coefficients $A^i_{\lambda,\mu}$ satisfassent au système

$$\sum_i \Delta_{ki}(\xi, \zeta_\lambda)\, A^i_{\lambda,\mu} = 0.$$

» Il est possible de satisfaire à ces conditions, qui déterminent complètement les coefficients $A^i_{\lambda,\mu}$.

» Comme on le voit facilement, les fonctions v_i se comportent aussi régulièrement pour tout point situé du même côté du plan $z = 0$ que le point (x_0, y_0, z_0). Ainsi, les fonctions v_i satisfaisant à toutes les conditions imposées par le problème, on n'a qu'à appliquer les formules que j'ai données dans le Mémoire précité (p. 40) pour arriver à la solution du problème général sous forme d'intégrale définie étendue sur le plan $z = 0$.

» Les mêmes considérations s'appliquent aussi au cas où l'on se donne les forces agissant sur la surface. Les fonctions correspondant aux fonctions v_i ne diffèrent de celles-ci que par les valeurs des coefficients $A^i_{\lambda,\mu}$. »

PHYSIQUE. — *Sur l'étude des orages lointains par l'électro-radiophone.* Note de M. **Th. Tommasina**, présentée par M. A. Cornu.

« Une des applications de l'auto-décohérence du charbon [1], qui prendra peut-être une place de quelque importance, est l'étude des orages lointains par l'*électro-radiophone*. Je pense pouvoir donner ce nom à un appareil qui a la propriété de signaler, en les traduisant en sons, les radiations produites par des décharges électriques proches ou lointaines.

» Plusieurs physiciens ont combiné, pour l'enregistrement automatique de décharges de l'atmosphère, des dispositifs qui sont fondés sur la propriété radiorévélatrice des tubes à limailles. On a construit ainsi des appareils, semblables aux baromètres enregistreurs, qu'on pourrait appeler *électro-radiographes,* lesquels inscrivent d'une façon très régulière les dé-

---

[1] *Comptes rendus,* séance du 2 avril 1900.

charges atmosphériques se produisant sur une étendue dont le rayon dépasserait 100^{km}.

» Le professeur Boggio Lera, de Catane [1], au moyen d'une série de relais de différentes sensibilités, agissant en nombre progressif suivant la conductibilité acquise par le cohéreur, est parvenu à faire tracer à son appareil des petits traits plus ou moins longs suivant l'intensité des décharges lointaines. Pendant les mois de septembre et d'octobre, à Intra (lac Majeur, Italie), j'ai fait un certain nombre d'observations par auscultation au moyen de l'électro-radiophone, observations qui m'ont démontré l'utilité de la nouvelle méthode.

» Cet appareil est constitué par un cohéreur décohérent au charbon, inséré dans le circuit de l'électro-aimant d'un récepteur téléphonique usuel, et avec un élément de pile sèche. Le cohéreur, qui est un perfectionnement de celui qui a été décrit dans ma Note à l'Académie du 2 avril 1900, ne contient plus aucun contact métallique. Les électrodes sont deux petits cylindres de charbon de lampe à arc, de 4^{mm} de diamètre, ajustés à frottement doux dans un tube de verre, et entre lesquels sont placés de petits grains obtenus par écrasement avec un morceau du même charbon, débarrassés de leur poussière et parfaitement séchés en les faisant rougir à la flamme, ainsi que les électrodes. Celles-ci portent chacune une attache en fil de platine qui permet, une fois le cohéreur réglé à la sensibilité *maximum*, de fermer par fusion les bouts du tube en verre, ne laissant en dehors que les deux boucles en fil de platine. Pour des grains de charbon de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de millimètre l'espace entre les électrodes pourra être de 1^{mm} et rempli à moitié seulement.

» Le cohéreur est fixé verticalement dans le tube du cornet téléphonique et inséré dans le circuit de l'électro-aimant; ainsi, lorsqu'on met le téléphone à l'oreille, le cohéreur se trouve horizontal et les grains produisent une pression égale sur chaque électrode. A cause de la grande porosité du charbon, j'ai dû le renfermer hermétiquement dans le verre *pour maintenir l'invariabilité du champ électrostatique du cohéreur, lequel doit être à l'abri de toute trace d'humidité.*

» Dans mes expériences j'ai reconnu que *l'électro-radiophone permet d'entendre, entre chaque signe de l'électro-radiographe, une quantité de bruits spéciaux donnant l'illusion de se trouver transporté à proximité de l'orage, de façon à pouvoir en écouter directement toutes les phases.*

» Mon laboratoire étant seulement à 6^{m} du sol, j'avais placé comme antennes réceptrices trois fils de cuivre partant d'une fente dans une vitre de la fenêtre. S'élargissant en éventail, ils allaient à une terrasse avec toit, ouverte de tous les côtés. Les extrémités extérieures des trois fils métalliques, terminées par des tubes en caoutchouc,

---

[1] *Atti dell' Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania,* vol. XIII, 4e série, 20 janvier 1900.

étaient fixées aux isolateurs, en verre paraffiné, dans l'intérieur et en haut, de manière à ne pouvoir jamais être mouillées par la pluie sur les quatre derniers mètres. Les isolateurs se trouvaient à 12^m du sol et à 2^m de distance l'un de l'autre; les fils avaient chacun 30^m de longueur. Dans le laboratoire la mise à la terre était faite par la conduite d'eau. Afin d'éviter tout danger pour les personnes et pour les appareils, lorsque l'orage se rapprochait trop, j'ôtais les communications avec la terre et avec les fils aériens, qui restaient ainsi isolés aux deux extrémités. Un récepteur téléphonique sur mon bureau et un autre dans ma chambre, avec sonnerie d'appel, me permettaient de suivre de jour et de nuit les degrés d'intensité, et je pourrais presque dire la marche d'un orage lointain sans me déranger.

» Je n'ai pas adopté les antennes verticales à cause des plus grandes précautions qu'il aurait fallu prendre pour éviter tout danger. Avec ce dispositif simple, peu coûteux, et de toute sûreté, j'ai pu quand même entendre et étudier des orages lointains lorsque aucune trace n'en paraissait à l'horizon, et par des journées splendides.

» Le 29 septembre, jusqu'à midi, le temps avait été très beau, mais l'électro-radiophone, depuis le matin, continuait à indiquer, par des bruits très variés et de légers chocs très nets, des décharges se produisant certainement à des distances très grandes. Vers 2^h, la sonnerie se fit entendre et dans le téléphone j'écoutai des bruits de plus en plus énergiques. Il y en avait qui ressemblaient à certains coups de tonnerre prolongés; c'étaient des décharges nombreuses très rapprochées et d'intensité variable. Ensuite la sonnerie donna des signaux moins distants entre eux, et à $3^h 30^m$ j'ai dû la mettre hors circuit; elle ne s'arrêtait plus de sonner. Les éclairs devinrent visibles, de gros nuages commencèrent à se former un peu partout, aucun tonnerre ne s'entendait encore, mais dans le téléphone les bruits toujours plus intenses se modifièrent tout à coup; j'entendais comme un crépitement très serré, égal et continu; quelques instants après la pluie commença, et en même temps le premier coup de tonnerre se fit entendre très énergiquement. J'avais à peine enlevé les communications, qu'un orage d'une force inouïe éclata; des trombes d'eau balayèrent les rues, les éclairs se suivaient presque sans interruption, et la foudre tomba en plusieurs endroits très proches. Plus tard, j'ai pu encore écouter dans mon appareil les dernières décharges très lointaines jusqu'à leur complète disparition.

» Lorsque le temps changeait sans qu'il y eût d'orage, j'entendais cependant toujours le crépitement caractéristique que je viens de mentionner, fait que j'ai constaté même douze heures avant la tombée de la pluie.

» L'électro-radiophone, à cause de sa grande sensibilité et de l'absence de tout réglage, pourra certainement rendre des services sur les navires, non seulement pour déceler les orages et suivre leur marche; mais encore pour distinguer les signaux radiotélégraphiques des autres, dus aux décharges atmosphériques, en utilisant, par exemple, les téléphones sélectifs ou monotéléphones de M. Mercadier. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesures actinométriques à Pamir.* Note de M. **B.-W. Stankewitch.**

« Varsovie, 21 novembre 1900.

» Durant mon voyage au Pamir, cet été 1900, j'ai entrepris des mesures actinométriques à des altitudes considérables. Je me suis servi du nouveau pyrhéliomètre électrique *à compensation* de M. K. Angström. Cet instrument est décrit dans les *Annales de Wiedemann* (1899, Vol. 67, p. 633), ainsi que dans le récent Mémoire de M. K. Angström, intitulé : *Intensité de la radiation solaire,* ... (Upsala, 1900).

» J'ai observé de très grandes intensités de la radition calorifique du Soleil. Voici quelques-uns de mes résultats :

Passage de Taldik

Coordonnées : latitude : 39°44'; Longitude : 70°53' à l'est de Paris; Altitude : 3590^m.

» Le 12 juin 1900. — Le passage est *encore* couvert de neige. A $9^h 12^m$ du matin (temps moyen local), la hauteur du Soleil étant 51°8', l'intensité de la radiation $= 1^{cal},81$ par centimètre carré et par minute. Température de l'air $= +3°,2$ C. Humidité absolue $= 0^{mm},9$. Pression atmosphérique $= 492^{mm}$; vent fort.

» A $11^h 47^m$ (hauteur du Soleil $= 73°11'$), l'insolation $= 1,93$. Temp. $= +6°,5$ C. Humidité $= 0^{mm},9$. Pression $= 490^{mm}$; vent violent.

Passage de Kisil-Art.

Latitude : 39°24'; Longitude : 70°57'; Altitude : 4220^m.

» Le 17 juin 1900. — Couche de neige épaisse.

» A $9^h 18^m$ du matin (temps moyen local), la hauteur du Soleil étant 52°6'; l'insolation $= 1,89$; température $= -3°,2$ C.; humidité $= 0^{mm},5$; pression $= 453^{mm}$; vent modéré.

» A $11^h 53^m$ (hauteur du Soleil $= 73°54'$); l'insolation $= 2,02$; temp. $= -1°,2$ C.; humidité $= 0^{mm},6$; pression $= 452^{mm}$; vent modéré.

» *Remarque.* — S'il était permis d'appliquer à mes observations la formule simple

$$I = AP^{\frac{1}{\sin h}},$$

h étant la hauteur du Soleil, on aurait obtenu les valeurs suivantes de la *constante solaire* A :

En se basant sur les résultats obtenus à Taldik........	2,56
» Kisil-Art......	2,74

Passage d'Ak Baital (Jument Blanche).
Latitude : 38°33'50"; Longitude : 71°17'.
Altitude : 4650^{m}.

» Le 21 juin 1900. — Le versant nord est couvert d'une couche mince de neige; le versant sud est nu et déjà tout à fait sec. Le vent sud soulève de temps en temps des tourbillons de poussière qui se promènent à travers le passage.

» A 11^{h}53^{m} (temps moyen local), l'insolation = 2,01. Tempér. = + 2°C,9; humid. = 1^{mm},2; press. = 437^{mm}.

» L'insolation est donc ici un peu plus faible qu'à Kisil-Art, quoique l'altitude d'Ak Baital est plus considérable (de 430^{m}). Je crois que c'est l'effet de la poussière suspendue dans l'air. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation des dépôts électrolytiques de fer obtenus dans un champ magnétique.* Note de M. **Ch. Maurain**, présentée par M. Mascart.

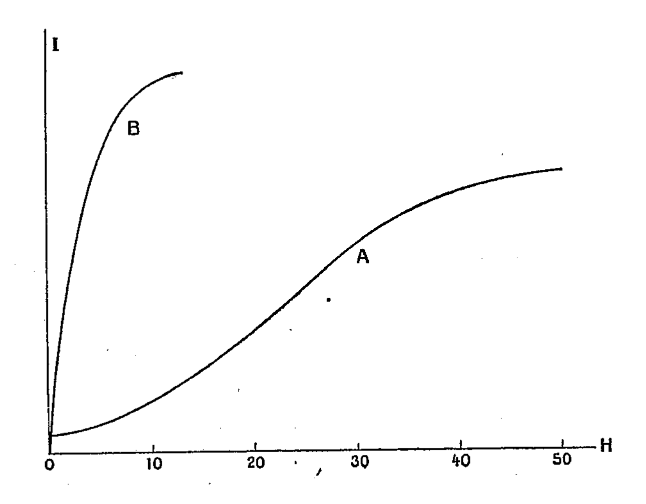
« J'ai indiqué récemment [1] quelques propriétés de ces dépôts. Il est particulièrement important, au point de vue de la théorie de l'aimantation, de comparer l'aimantation qu'ils acquièrent lorsqu'ils sont formés dans un champ magnétique donné, à celle qu'un dépôt *identique*, mais obtenu dans un champ sensiblement nul, et par suite primitivement très peu aimanté, acquiert quand on le soumet à un champ croissant à partir de zéro jusqu'à la valeur précédente. C'est cette comparaison que j'ai faite pour les dépôts électrolytiques obtenus avec un bain à l'oxalate double de fer et d'ammonium, additionné d'oxalate d'ammonium, dont l'aimantation est plus régulière et plus intense que celle des dépôts obtenus avec un bain au pyrophosphate que j'avais étudiés d'abord.

» Les deux courbes de la figure ci-après sont ainsi construites : A, courbe d'aimantation ordinaire d'un dépôt obtenu d'abord aussi peu aimanté que possible. B, courbe des intensités d'aimantation de dépôts obtenus chacun dans un champ constant (dix dépôts, correspondant à des valeurs différentes du champ). Le champ est indiqué en gauss (électromagn. C.G.S.); les ordonnées représentent l'intensité d'aimantation, le point le plus élevé de la courbe B correspondant à environ 800 C.G.S.

» La courbe d'aimantation des dépôts s'élève ainsi beaucoup plus rapidement que la courbe ordinaire; elle part très peu inclinée par rapport

(1) *Comptes rendus*, 13 août 1900.

à OI, la susceptibilité initiale $\left(\text{considérée comme la valeur de } \frac{I}{H}\right)$ ayant ainsi une valeur très considérable; l'intensité d'aimantation obtenue en effectuant le dépôt verticalement dans le champ terrestre est déjà très notable; lorsqu'on cherche à compenser la composante verticale par le passage d'un courant convenable dans la bobine où se font les dépôts, on réduit cette aimantation, mais, comme il est difficile de réaliser la compensation rigoureuse, elle garde une certaine valeur; c'est pourquoi la courbe A, correspondant à un dépôt ainsi obtenu, ne part pas de zéro.



» La courbe B montre que c'est seulement pour un champ d'environ 10 gauss que la croissance de l'intensité d'aimantation se ralentit; ainsi, bien que les aimants particulaires qu'on suppose dans la théorie du Magnétisme soient ici soumis dès leur formation à l'action du champ, ils ne se placent dans le dépôt de manière à réaliser à peu près la saturation que pour des champs assez élevés. Mais les positions qu'ils prennent se rapprochent cependant beaucoup plus vite de celles qui correspondent à la saturation que celles prises, dans un dépôt primitivement peu aimanté, sous l'action d'un champ croissant.

» On remarquera que la courbe B ne présente pas de point d'inflexion, à l'inverse de la courbe ordinaire. On doit considérer cette courbe comme donnant pour chaque champ l'aimantation la plus grande possible pour le fer électrolytique obtenu; sa comparaison avec la courbe A montre l'influence des liaisons moléculaires et magnétiques qui s'opposent à l'action du champ lorsqu'on construit la courbe d'aimantation ordinaire. »

TÉLÉGRAPHIE. — *Appareil pour localiser les dépêches dans la télégraphie sans fil.* Note de M. **Paul Jégou**, présentée par M. Lippmann.

« Ce nouvel appareil n'a pas pour but d'assurer le secret des messages transmis, mais seulement de faire en sorte que, plusieurs appareils récepteurs se trouvant dans le rayon d'action des ondes et munis de ce nouvel appareil, le poste intéressé à la dépêche reçoive seul la dépêche, c'est-à-dire que l'on puisse télégraphier sans fil avec un poste déterminé, sans que les autres récepteurs placés dans la zone d'action enregistrent quoi que ce soit.

» Ce nouvel appareil permettra donc d'installer des postes de télégraphie sans fils à distance variable et de ne communiquer qu'avec celui qui est intéressé à ce message.

» Avant d'entrer dans la description de mon appareil, je rappellerai un principe de télégraphie sans fil, qui est, pour ainsi dire, la base de cet appareil : c'est que la distance franchie par les ondes hertziennes augmente avec la longueur du fil radiateur (fil, comme on le sait, tendu verticalement et en communication avec un des fils induits de la bobine d'induction). D'un autre côté, on sait aussi que plus le fil collecteur (fil vertical en communication avec une extrémité du cohéreur) est long, plus le cohéreur est sensible et, par suite, susceptible d'être éloigné davantage du poste transmetteur.

» Ceci posé, j'entre dans la description de mon appareil : c est un cohéreur placé dans le circuit de la pile P. C' est un autre cohéreur placé dans le circuit de la pile P'. D est une bobine dite *différentielle :* elle se compose de deux fils inducteurs entourés d'un même nombre de tours autour d'un noyau de fer doux et d'un fil induit en communication avec un galvanomètre. On conçoit que si, dans les fils inducteurs, il passe deux courants de sens contraire et de force égale, l'induction sur le fil induit sera nulle et le galvanomètre restera au repos. Si, au contraire, il n'y a qu'un seul de ces courants à passer dans le fil inducteur, l'induction aura lieu et le galvanomètre déviera. R et R' sont deux fils collecteurs en communication chacun avec leurs cohéreurs respectifs et dont l'un, R', est plus court que l'autre, R.

» Ceci posé, le mode de fonctionnement est facile à comprendre. Supposons le fil radiateur du transmetteur d'une longueur suffisante pour franchir 5^{km} et le fil collecteur R d'une longueur égale à celle du fil radiateur. Lorsque le transmetteur enverra des ondes, le cohéreur C deviendra conducteur et le courant de la pile P passera dans la bobine *différentielle.* Le fil collecteur R' étant plus court, le cohéreur étant par suite, comme je l'ai dit plus haut, moins sensible, les ondes suffisantes pour influencer le cohéreur R deviennent insuffisantes pour le cohéreur R'. Un des circuits de l'inducteur reste donc ouvert et, par suite, le galvanomètre dévie. En employant un petit frap-

peur, comme on le fait dans la pratique, pour désagréger la poudre métallique, on conçoit que les déviations du galvanomètre fermant le circuit sur d'autres piles électriques, on puisse enregistrer la dépêche.

» Supposons maintenant qu'un poste semblable avec les mêmes longueurs de fils collecteurs se trouve entre le transmetteur et le récepteur dont je viens de parler. Ce poste va-t-il recevoir aussi la dépêche? Non. En effet, les ondes envoyées par le transmetteur, suffisamment puissantes pour influencer à 5^{km} un poste ayant un fil collecteur d'une longueur égale au fil radiateur, auront certainement la force d'influencer un cohéreur ayant un fil collecteur moins long et placé plus près du transmetteur que l'autre poste. On voit donc que les cohéreurs c et c' seront tous les deux en même temps rendus conducteurs de l'électricité, les deux courants passant en sens contraire dans la bobine ne créeront aucune induction, leurs influences se détruisant, et le galvanomètre ne déviera pas. Le poste n'enregistrera donc rien et ne se doutera aucunement que le poste placé à 5^{km} du transmetteur est en communication avec le poste transmetteur.

» Si maintenant le poste transmetteur veut communiquer avec le poste récepteur intermédiaire sans que le poste récepteur placé à 5^{km} soit influencé, il n'y aura qu'à employer au transmetteur un fil radiateur plus court, mais d'une longueur suffisante pour que les ondes envoyées par le transmetteur influencent le cohéreur c en communication avec le fil collecteur R, plus long que R′.

» Les ondes lancées par le transmetteur ne rendront donc conducteur que le cohéreur c et le poste recevra la dépêche; quant au poste récepteur placé à 5^{km}, il ne recevra rien, puisque la longueur du fil radiateur du transmetteur a été calculée pour que les ondes ne puissent porter que jusqu'au poste intermédiaire. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Recherches cryoscopiques.* Note de M. **Paul Chroustchoff.**

« Parmi les résultats d'un très grand nombre de recherches faites par différents auteurs au sujet de l'abaissement du point de congélation de l'eau, par la dissolution de sels et de corps organiques, il s'en trouve encore de contradictoires. Il m'a paru important de recommencer ces recherches en employant pour la mesure des températures un autre procédé que celui employé par tous mes prédécesseurs. Ce sont surtout les travaux de M. Raoult et ceux de M. Ponsot qui m'ont engagé à apporter ce changement important dans les mesures cryoscopiques.

» Au lieu du thermomètre à mercure, j'ai fait usage (dès 1896, et en collaboration avec M. Sitnikoff) du thermomètre électrique de Callendar et Griffiths, que j'ai modifié dans quelques parties essentielles pour le but que je poursuivais, et d'une manière qui n'avait pas été mise en pratique avant moi. La partie cryoscopique de mon appareil est, en principe, celle

de M. Raoult (*Annales*, 1899), mais aussi avec certaines modifications importantes [1], comme je l'expliquerai dans une Note ultérieure [2]. Je ne puis publier aujourd'hui que les données numériques pour quatre corps avec des concentrations variables, et je suis forcé de remettre à l'été prochain une publication complète et définitive de toutes mes recherches sur la congélation des dissolutions.

» J'ai mesuré la température de congélation des dissolutions aqueuses dans les conditions que voici :

» 1° On observait l'équilibre dans un pont de Wheatstone, construit d'une façon spéciale et traversé par un courant d'un centiampère au plus, équilibre établi au point de congélation. L'observation revient à une mesure de longueur (au moyen d'une échelle et d'un microscope micrométrique) sur une échelle linéaire, entre deux points d'arrêt du contact mobile (celui pour la congélation de l'eau pure et celui ponr la dissolution) au moment d'une déviation nulle du miroir d'un galvanomètre très sensible (1^{mm} de l'échelle pour 4×10^{-10} d'ampère). Dans mon appareil un changement de température de $0°,0001$ centigrade correspond à un déplacement du contact de $\frac{2}{100}$ de millimètre ($0°,001 = \frac{2}{10}$ de millimètre). Je ne donne pour les constantes du tableau ci-joint que les dixièmes de millimètre (demi-millième de degré), mais *les mesures sont toutes de lecture directe au* $\frac{2}{100}$ *de millimètre (dix-millième de degré) près, sans aucune estimation.*

» 2° La dissolution (ou le liquide en général) congelée se trouvait toujours, par rapport à l'enceinte, à sa température de convergence (ou de régime permanent);

» 3° On mesurait le point de congélation du dissolvant (eau) immédiatement après ou avant l'observation de celui de la dissolution. Ce procédé exclut la nécessité de toute une série de corrections. Il est connu, d'ailleurs, que le thermomètre de Callendar et Griffiths est construit de façon à éliminer complètement la correction dite *de la tige*.

» 4° On a déterminé, à la fin de chaque expérience, la concentration (poids du corps dissous dans 100^{gr} de dissolution) du liquide final, après la formation de la glace, au point de congélation, le tout étant en équilibre. J'ai toujours fait cette analyse de la dissolution sur un échantillon de 100^{gr}

---

(1) M. Sitnikoff en a fait une description en août 1898 au Congrès de Kieff, en mon nom et au sien.

(2) Une grave maladie m'a empêché d'achever ce travail plus tôt.

environ, toute la quantité de dissolution étant de 270^{cc} pour toutes les mesures inscrites au tableau. J'ai ainsi évité les corrections, toujours peu certaines, qu'on est obligé de faire subir à la concentration à cause de la formation de la glace.

» 5° La température de congélation a toujours été mesurée sans aucun arrêt de l'agitateur. L'agitateur hélicoïdal employé était complètement indépendant du thermomètre, qui restait strictement fixe. La vitesse de rotation de l'agitateur était toujours la même et très constante dans toutes les observations.

» Le Tableau ci-dessous résume les résultats de mes mesures. La *première colonne* indique la composition approximative de la dissolution ; la *seconde* donne l'abaissement (C) en millimètres de mon échelle (calibrée en même temps que la résistance au courant du fil métallique en platine argent, que parcourt le contact mobile), c'est-à-dire la différence de longueur entre deux points de contact correspondant à deux équilibres (eau et dissolution) ; la *troisième* indique la concentration en grammes (P) au point de congélation ; enfin la *quatrième colonne* donne le coefficient d'abaissement $\left(\frac{C}{P}\right)$, c'est la moyenne de plusieurs observations (dans la plupart des cas), les nombres de la deuxième et de la troisième colonne étant donnés comme exemples d'une seule observation. Pour comparer ces nombres à ceux des autres (donnés en degrés) il suffit de multiplier les abaissements de mon Tableau par 0,005 ; mais ce coefficient de transformation n'est toutefois qu'approximatif. Les points de congélation, indiqués au Tableau, ont été mesurés par moi en collaboration avec M. Simonoff pour NaCl ; ceux pour KBr^2, K^2SO^4 et pour le sucre de canne, par moi seul. Les dissolutions de sucre ont été analysées obligeamment par M. I. Krassousky, professeur à l'Institut Technologique de Charkoff, au grand polarimètre Landolt, appartenant à cet Institut.

Dissolution.	C.	P.	$\frac{C}{P}$.	Dissolution.	C.	P.	$\frac{C}{P}$.
$\frac{1}{4}$ NaCl.....	177,48	1,4720	120,2	$\frac{1}{4}$ KBr.....	175,43	2,9151	59,9
$\frac{1}{8}$ NaCl.....	91,13	0,7502	121,5	$\frac{1}{32}$ KBr.....	23,00	0,3773	60,9
$\frac{1}{16}$ NaCl.....	45,15	0,3737	120,6	$\frac{1}{64}$ KBr.....	11,17	0,1914	58,2
$\frac{1}{32}$ NaCl.....	22,30	0,1850	120,9	$\frac{1}{128}$ KBr.....	5,46	0,0971	56,1
$\frac{1}{64}$ NaCl.....	11,22	0,0926	121,3				
				$\frac{1}{4}$ K^2SO^4...	215,20	4,5322	47,5
$\frac{1}{8}$ Sucre.....	49,53	4,136	12,0	$\frac{1}{16}$ K^2SO^4...	59,20	1,1062	53,5
$\frac{1}{16}$ Sucre.....	24,62	2,021	12,2	$\frac{1}{64}$ K^2SO^4...	16,65	0,2980	55,5
$\frac{1}{32}$ Sucre.....	11,35	0,924	12,3				

» Des données de ce Tableau je tire les conclusions suivantes :

» 1° Il existe des dissolutions dont le coefficient d'abaissement ne varie pas avec la dilution (celui de NaCl dans les limites de concentration étudiées); quant à celui de KBr, il diminue légèrement avec la dilution.

» 2° Pour d'autres dissolutions, ce coefficient augmente d'une façon très marquée dans certains cas (K^2SO^4), ou bien d'une manière peu sensible dans d'autres (sucre de canne).

» 3° Ces résultats sont conformes, au moins par leur caractère général, à ceux de M. Ponsot. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle méthode de dosage de l'arsenic.* Note de M. **O. Ducru**, présentée par M. A. Ditte.

« Dans une solution ammoniacale faible, riche en sels ammoniacaux, l'acide arsénique peut, ainsi que je l'ai indiqué (¹), être entièrement précipité par les sels de cobalt : ce fait m'a permis de réaliser une nouvelle méthode de dosage de l'arsenic.

» Les conditions à réaliser sont très simples : le cobalt doit être en excès notable, environ une fois et demie la quantité théoriquement nécessaire; la solution doit être faiblement ammoniacale. Si elle contenait à l'état libre 1,5 pour 100 de son volume d'ammoniaque à 20 pour 100, on se trouverait dans les conditions de formation de l'arséniate monoammonique de cobalt. En pratique, pour tenir compte des pertes pendant le chauffage, on en ajoute environ 3 pour 100. Il faut enfin que la liqueur soit très chargée en chlorhydrate d'ammoniaque, environ 100^{gr} par litre; il m'a d'ailleurs semblé préférable d'employer l'acétate.

» *Réactifs nécessaires :* 1° Solution de chlorure de cobalt cristallisé à 75^{gr} par litre : on en prendra 10^{cc} pour 100^{mgr} d'arsenic;

» 2° Solution d'acétate d'ammoniaque obtenue en saturant de l'acide acétique à 40 pour 100 de cristallisable ($D = 1,052$) par de l'ammoniaque à 20 pour 100 jusqu'à réaction légèrement alcaline.

» *Mode opératoire :* La solution contenant l'acide arsénique est concentrée à petit volume : au besoin, on évapore à sec et l'on reprend par une quantité d'eau connue, aussi faible que possible : les carbonates alcalins sont, s'il y a lieu, décomposés par l'acide chlorhydrique, puis on ajoute, goutte à goutte, de l'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline au tournesol, sans dépasser ce point.

(¹) O. Ducru, *Comptes rendus*, 22 octobre 1900.

» D'autre part, on introduit dans une fiole conique la quantité de solution de cobalt jugée nécessaire, évaluée d'après la règle ci-dessus; on ajoute l'acétate d'ammoniaque, qui doit représenter environ le quart du volume total, y compris la solution à précipiter. Avec une pipette graduée ou un compte-gouttes, on ajoute environ 3 pour 100 de ce même volume d'ammoniaque à 20 pour 100. Dans ce mélange, on verse la solution arsenicale, ou inversement; on agite vivement, puis la fiole, fermée par un bouchon de porcelaine, est placée au bain-marie ou dans une étuve à eau bouillante.

» Lorsque la cristallisation est terminée, on laisse refroidir complètement et l'on abandonne pendant quelques heures. Le précipité est alors recueilli sur un filtre et lavé à fond à l'eau froide. Trois moyens peuvent maintenant être employés pour déterminer le poids de l'arsenic :

» 1° *Pesée du précipité recueilli sur filtre taré, et séché à poids constant dans l'étuve à eau bouillante.* — Le précipité est de l'arséniate monoammonique de cobalt $(AsO^4)^2Co^3 + AzH^3 + 7H^2O$; son poids, multiplié par 0,2508, donne celui de l'arsenic.

» 2° *Calcination du précipité dans un creuset de porcelaine taré.* — On fait passer dans un creuset assez grand la plus grande partie du précipité; ce qui reste est dissous au moyen d'acide nitrique étendu et chaud et passé dans le creuset. On évapore au bain-marie; à la fin, on ajoute un peu d'acide nitrique concentré; on amène à sec, on chauffe progressivement, et l'on termine par calcination à poids constant au rouge sombre.

» Ce procédé est moins exact que le précédent : en calculant As comme si le précipité calciné était $(AsO^4)^2Co^3$ pur, on trouve toujours une surcharge. Il paraît se former un peu de peroxyde de cobalt. En employant le coefficient 0,3193, déterminé expérimentalement, on obtient cependant des résultats utilisables dans beaucoup de cas.

» 3° *Pesée du cobalt déposé électriquement.* — Le précipité est redissous sur le filtre par HCl étendu et chaud; puis on élimine As par la méthode de Wöhler, ou bien on précipite Co par la soude et le brome. Dans les deux cas, Co est déposé par électrolyse de la solution sulfurique ammoniacale. Son poids, multiplié par 0,8518, donne celui de As.

» Pour vérifier l'exactitude de ces méthodes, j'ai employé des solutions d'arséniate triammonique et d'arséniate de potasse titrées avec le plus grand soin par précipitation de l'arséniate ammoniaco-magnésien. La correction de solubilité de ce dernier sel a été prise égale à 1^{mgr} de sel desséché à 100° pour 50^{cc} du volume total du filtrat et des liquides de lavage. Pour reproduire les conditions que donne l'oxydation du sulfure d'arsenic mélangé de soufre, ou l'attaque par voie sèche d'un composé arsenical, j'ai ajouté aux solutions arsenicales, suivant les cas, des quantités convenables de sulfate d'ammoniaque ou d'un mélange équimoléculaire des chlorures alcalins. Le Tableau ci-dessous indique quelques résultats : tous les nombres donnés par le calcul ont été arrondis à $0^{mgr},1$.

Méthode	As introduit en mgr.	Poids du précipité en mgr. I.	II.	III.	As retrouvé en mgr. I.	II.	III.	Observations.
PREMIÈRE MÉTHODE. *Pesée sur filtre taré.*	1,0	3,9	3,7	3,6	1,0	0,9	0,9	
	2,0	8,2	8,3	7,7	2,0	2,1	1,9	
	25,0	101,1	99,7	»	25,3	25,0	»	avec 175^{mgr} de Am^2SO^4
	116,2	464,9	466,2	»	116,6	116,9	»	avec 700^{mgr} id.
	20,0	79,2	78,4	»	19,9	19,7	»	avec 800^{mgr} de KCl + NaCl
	200,0	799,8	800,4	»	200,6	200,7	»	avec 1600^{mgr} id.
DEUXIÈME MÉTHODE. *Calcination du précipité.*	1,0	3,4	3,4	3,5	1,1	1,1	1,1	
	2,0	6,8	6,5	7,0	2,2	2,1	2,2	
	24,7	76,8	74,4	77,3	24,5	23,7	24,7	
	100,0	311,5	310,4	311,1	99,5	99,1	99,3	
	290,4	908,4	908,1	»	290,1	290,0	»	
TROISIÈME MÉTHODE. *Pesée du cobalt.*	1,0	1,2	1,1	»	1,0	0,9	»	Les poids indiqués dans les deuxième et troisième colonnes sont ceux du Co.
	2,0	2,3	2,4	»	2,0	2,0	»	
	10,0	11,7	11,6	»	10,0	9,9	»	
	100,0	117,1	116,7	»	99,7	99,4	»	
	477,4	561,4	561,2	»	478,2	478,0	»	

» Ces résultats, qui portent sur des poids de As variant de 1^{mgr} à près de 500^{mgr}, montrent que la méthode proposée est d'une application générale et convient aux différents cas qui peuvent se présenter pour le dosage de l'arsenic. Il en résulte d'ailleurs également que tout mode de dosage de Co peut s'appliquer à celui de As, ce qui étend considérablement les moyens de détermination indirecte. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une méthode générale de séparation des métaux qui accompagnent le platine.* Note de M. E. LEIDIÉ, présentée par M. Troost [1].

« L'exploitation industrielle des minerais de platine et d'iridium laisse des résidus qui renferment, avec des restes de ces deux métaux, de nom-

---

(1) Travail effectué au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

breux métaux étrangers préexistants dans le minerai, ou introduits à la suite des divers traitements, et, en outre, un certain nombre de corps rares, tels que l'osmium, le ruthénium, le palladium et le rhodium; c'est en raison de la présence de ces métaux que l'analyse de ces résidus mérite d'être étudiée. La méthode suivante est fondée sur les propriétés des azotites de ces métaux, qui ont été étudiés par Claus, Fischer, Gibbs, Joly, Leidié, Vèzes. Elle n'a rien de commun avec l'ancienne méthode de Gibbs, dont l'inexactitude a été démontrée.

» I. Élimination des métaux étrangers et transformation des métaux du platine en azotites doubles. — On soumet les résidus successivement à un grillage à l'air, à une réduction dans l'hydrogène, à des lavages à l'acide chlorhydrique dilué, enfin à une dernière réduction dans l'hydrogène. On les mélange alors avec deux fois leur poids de chlorure de sodium et on les chauffe dans le chlore, au rouge naissant, en recueillant les produits volatils ou entraînés mécaniquement. Le produit de l'attaque et la partie volatilisée sont traités par l'eau, et l'opération est recommencée au besoin sur le résidu insoluble. La dissolution (pour laquelle on doit employer un poids d'eau d'environ vingt fois celui du métal attaqué) est abandonnée au repos pendant vingt-quatre heures. L'argent avec la majeure partie du plomb et du bismuth sont ainsi éliminés sous forme de chlorures insolubles.

» La dissolution est filtrée, puis chauffée vers 100°, et additionnée progressivement d'un léger excès d'azotite de sodium. Le fer se précipite sous forme de sesquioxyde et l'or à l'état métallique; on ajoute ensuite du carbonate de soude qui précipite sous forme de carbonates tous les autres métaux étrangers : plomb, cuivre, bismuth, etc. Le platine, le palladium, l'iridium, le rhodium et le ruthénium restent en dissolution à l'état d'azotites doubles de sodium, l'osmium à l'état de chloroosmite. On porte à l'ébullition et l'on filtre.

» II. Séparation des métaux du platine. — 1° *Osmium et ruthénium :* La liqueur est additionnée de soude et placée dans un apareil distillatoire entièrement en verre (tel que celui qui sert à la préparation de l'anhydride perruthénique); on y fait passer d'abord à froid, puis en élevant légèrement la température (50° à 60° environ), un courant de chlore. Il distille de l'anhydride perosmique et de l'anhydride perruthénique; on les reçoit dans l'eau alcoolisée, qui les réduit à l'état d'*osmium* et de *ruthénium*. On recueille ce mélange et on le traite par la méthode de Sainte-Claire Deville et Debray (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LVI, p. 407-408) pour en séparer les deux métaux.

» 2° *Iridium et rhodium :* La distillation terminée, la liqueur alcaline est saturée à chaud par l'acide chlorhydrique, et additionnée de nouveau d'azotite de sodium pour retransformer en azotites doubles les métaux qui étaient passés à l'état de chlorures sous l'action du chlore, puis on la sature de chlorure d'ammonium.

» L'iridium et le rhodium se précipitent sous forme d'azotites doubles d'ammonium qui sont insolubles dans les solutions de sel ammoniac renfermant du sel marin. Ceux-ci sont traités par l'acide chlorhydrique à chaud : la solution, convenablement

évaporée et traitée par l'eau, renferme du chlorure iridique et du sesquichlorure de rhodium; en la saturant de sel ammoniac on précipite le premier, tandis que le second reste dissous. Le chloroiridate d'ammonium est recueilli, séché, et chauffé avec son poids de sel marin à 450° : il se transforme en chloro-iridate de sodium soluble dans l'eau, tandis que le sesquichlorure double de rhodium qu'il aurait pu entraîner se décompose en donnant le sesquichlorure de rhodium anhydre et insoluble dans l'eau.

» Le chloroiridate de sodium est dissous, puis précipité par le sel ammoniac à l'état de chloroiridate d'ammonium. Celui-ci, réduit dans l'hydrogène au rouge sombre, donne l'*iridium*.

» On fait cristalliser le sesquichlorure de rhodium et d'ammonium qui reste dans la dissolution d'où l'on a précipité l'iridium. On le dissout, on le transforme en azotite double de sodium, puis, par double décomposition, en azotite double d'ammonium (celui d'iridium étant plus soluble, l'iridium, qui aurait pu être entraîné, reste dans la liqueur si celle-ci n'est pas saturée de sel ammoniac). Cet azotite double est transformé par l'acide chlorhydrique en sesquichlorure de rhodium et d'ammonium, lequel, par réduction dans l'hydrogène, au rouge, donne le *rhodium*.

» 3° *Platine et palladium :* La liqueur d'où l'on a précipité iridium et rhodium ne renferme plus que le platine et le palladium (avec des traces d'iridium si l'on n'a pas ajouté assez de sel ammoniac). On l'évapore à sec et l'on chauffe le résidu avec de l'acide chlorhydrique concentré pour transformer les azotites en chlorures; puis on dessèche et l'on calcine.

» Le résidu est traité par l'eau pour enlever les sels alcalins, et ensuite dissous dans l'eau régale dont on chasse l'excès par une évaporation convenable à siccité. On reprend par l'eau : la dissolution renferme le chlorure platinique, le chlorure palladique (avec des traces de chlorure iridique si l'on a mal opéré); tous trois sont précipitables par le sel ammoniac. On transforme les deux derniers en chlorure palladeux et en sesquichlorure d'iridium non précipitables par ce réactif en faisant passer dans la liqueur un gaz réducteur ([1]). Alors on met dans la liqueur du chlorure d'ammonium de façon à la presque saturer.

» Le chloroplatinate d'ammonium qui se précipite est recueilli, on le fait recristalliser à une ou deux reprises dans l'eau bouillante. Réduit dans l'hydrogène, au rouge, il donne le *platine*.

Dans les eaux mères, on verse du cyanure mercurique : il se précipite du cyanure palladeux. Ce sel est décomposé par la chaleur; le palladium est dissous dans l'acide azotique, et l'azotate est transformé en chloropalladite d'ammonium. Celui-ci, réduit dans l'hydrogène et refroidi dans l'acide carbonique, au rouge, fournit le *palladium*.

» Cette méthode a pour principaux avantages d'éliminer, du premier

---

([1]) On a employé, dans ce but, l'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré. Mais le premier donne des sulfites qui gênent les réactions; le second occasionne des pertes en rendement. Je préfère le bioxyde d'azote; on le fait barboter dans la liqueur placée dans un flacon dont on a chassé l'air par de l'acide carbonique. On chasse ensuite le bioxyde d'azote par un nouveau courant d'acide carbonique.

coup, tous les métaux étrangers et de ne pas nécessiter d'outillage spécial comme les méthodes par voie sèche. »

CHIMIE. — *Combinaison directe de l'hydrogène avec les métaux du groupe des terres rares.* Note de M. **Camille Matignon**.

« J'ai établi précédemment [1] que les métaux du groupe des terres rares, thorium, cérium, lanthane, praséodyme, néodyme et samarium, se combinaient directement et rapidement avec l'azote. Le mode opératoire suivi dans ces recherches a été appliqué pour reconnaître si l'hydrogène se combinait directement avec ces mêmes métaux. Winkler a déjà reconnu [2] que le thorium, le cérium et le lanthane absorbaient l'hydrogène.

» Le tube à expérience, muni d'un tube manométrique, renferme quelques grammes du mélange susceptible de donner naissance au métal (de préférence l'oxyde et le magnésium); il est parcouru pendant un certain temps par un courant d'hydrogène, puis fermé facilement grâce à un étranglement qui le sépare de l'appareil à hydrogène. Au moment de la réaction, le mercure monte rapidement dans le tube manométrique et s'arrête à une hauteur variable avec le métal, mais égale au moins aux $\frac{9}{10}$ de la pression atmosphérique. Pendant le refroidissement, le mercure s'élève encore et son niveau finalement ne se distingue pas sensiblement du niveau barométrique.

» Tous les métaux précédents se combinent directement et rapidement avec l'hydrogène. En outre, les hydrures formés sont dissociables à haute température et possèdent déjà une pression de dissociation à la température de l'expérience, pression mesurée par la différence de niveau dans les tubes manométrique et barométrique.

» Par exemple, l'hydrure de praséodyme, l'un des plus dissociables, m'a donné les résultats suivants : le mercure s'est fixé d'abord à $67^{cc},5$ et, après refroidissement du tube, a atteint une hauteur ne différant de la pression barométrique que d'une quantité de l'ordre des erreurs de mesures. Or la température était bien inférieure à 1000° et cette température n'existait que dans une fraction du tube; en admettant cette température pour toute la masse gazeuse, elle devrait posséder, après refroidissement, une pression voisine de 2^{cm}. Il n'y a donc aucun doute sur l'existence d'une pression de dissociation de l'hydrure de praséodyme.

» En chauffant le tube dans des appareils permettant de réaliser des

---

(1) *Comptes rendus*, ce tome, p. 837.
(2) *Berichte*, p. 1966; 1891.

températures constantes on voit qu'il sera facile, avec cette forme expérimentale fort simple, de construire les courbes des pressions de dissociation de ces hydrures.

» *En résumé :* 1° Le néodyme, le praséodyme, le samarium se combinent directement et rapidement à l'hydrogène. Le thorium, le cérium, le lanthane, déjà connus comme éléments fixateurs de l'hydrogène, l'absorbent avec la même rapidité.

» 2° Ces hydrures sont dissociables.

» 3° La méthode qui a servi à établir les faits précédents permet en même temps d'effectuer très simplement la mesure des pressions de dissociation hétérogène de ces hydrures. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques chlorobromures de thallium* (¹). Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. H. Moissan.

» Dans une Note parue dans les *Comptes rendus* du 14 mai 1900, j'ai montré que le bromure aurique était réduit par le chlorure thalleux. Dans cette réaction, comme je l'ai mentionné, il se précipite une quantité d'or telle que le bromure d'or réduit correspond à la formation d'un chlorobromure thallique.

» J'avais pensé isoler facilement ce composé par simple évaporation de la solution après filtration de l'or réduit, mais il n'en est rien. La solution par concentration laisse déposer de petits cristaux rouge foncé qui sont constitués par une combinaison double halogénée de thallium et d'or, ce dernier métal provenant de l'excès de bromure d'or ajouté par la transformation de sel thalleux en sel thallique (²).

» Je fus par suite amené tout naturellement à remplacer, pour l'obtention de ce chlorobromure, l'acide bromo-aurique par le brome lui-même. Depuis cette époque, j'ai poursuivi mes recherches dans cette voie et préparé un nombre de sels mixtes, soit par l'action de brome en quantités variables sur le chlorure thalleux, soit par l'action du brome sur les produits de décomposition des chlorobromures ainsi formés sous différentes influences (action de l'eau, de la chaleur, etc.).

(¹) Laboratoire de Chimie appliquée de l'Université de Paris.

(²) L'étude de cette combinaison est à peu près terminée et sera décrite dans un prochain Mémoire.

» Il est intéressant de noter ici que, depuis la découverte du thallium jusqu'au moment où parut mon procédé de dosage de ce métal, aucun chlorobromure n'avait été signalé et que simultanément ce sujet a été abordé depuis, quoique à des points de vue différents, en Allemagne, par M. R.-J. Meyer et, en Amérique, par M. A.-S. Cushman [1].

» Les résultats auxquels sont arrivés ces deux chimistes ne concordent pas toujours entre eux, et leurs conclusions diffèrent quelquefois aussi de celles que j'ai pu déduire de mes expériences.

» Si, à une petite quantité de chlorure thalleux mis en suspension dans l'eau, on ajoute un excès de brome, le chlorure thalleux se dissout rapidement avec élévation de température. La solution obtenue par évaporation à l'air libre prend rapidement une consistance sirupeuse, en même temps qu'il se dépose une petite quantité d'oxyde Th^2O^3, produit d'une réaction secondaire : l'hydrolyse du chlorobromure formé. Si l'on continue l'évaporation sur de l'acide sulfurique dans une atmosphère saturée de brome, on obtient des aiguilles jaune orangé représentant un chlorobromure vraisemblablement $ThClBr^2$ hydraté, très peu stable. Lorsqu'on effectue au contraire l'évaporation dans le vide sur de l'acide sulfurique, on obtient un produit de décomposition de ce chlorobromure du type Th^2X^4, de composition $Th^3Cl^2Br^4$. Enfin celui-ci en présence de l'eau se dédouble à la façon du bibromure de thallium, en donnant un composé thallique qui se dissout et un composé du type Th^2X^3 qui se précipite par suite de sa faible solubilité.

» En procédant d'une facon inverse, c'est-à-dire en ajoutant à une même quantité de chlorure thalleux des quantités de brome croissantes, on passe de même du composé du type ThX aux composés Th^2X^3, Th^2X^4 et Th^2X^6.

» Dans cette Note, je me propose d'étudier quelques propriétés du chlorobromure $Th^3Cl^2Br^4$.

» *Préparation du chlorobromure* $T^3Cl^2Br^4$. — Pour préparer ce composé bien cristallisé, le mieux est de traiter le chlorure thalleux par le brome en excès et d'évaporer la solution dans le vide sur de l'acide sulfurique. Il se

---

[1] Le Mémoire de M. R.-J. Meyer a été déposé à la *Zeits. für anorganische Chemie* le 29 mai et publié sous le titre : *Contribution à la connaissance du thallium trivalent* dans le numéro du 31 juillet, p. 321-368. Le but poursuivi par l'auteur était, semble-t-il, de rapprocher le thallium de l'or. Cette étude paraît terminée.

Il n'en est pas de même du travail de M. A.-S. Cushman, dont la première partie porte la date du 15 mai et a paru dans l'*American chem. Journ.* du mois de septembre, p. 222-242, sous le titre : *Composés isomériques du thallium et la constitution des sels doubles*.

dégage, en même temps qu'il se dépose de petits cristaux, de grandes quantités de vapeurs colorées. Afin que ceux-ci ne soient pas souillés par l'oxyde noir de thallium produit simultanément en petites quantités, on arrête l'évaporation dans le vide lorsqu'il reste encore un peu de liquide. L'oxyde de thallium en suspension dans la liqueur est alors facilement éliminé par simple décantation. On dessèche ensuite totalement en reportant dans le vide sur l'acide sulfurique. Les cristaux ainsi recueillis renferment $Th^3Cl^2Br^4$.

	Trouvé.	Calculé.
Th (thalleux)............	30,81	30,51
AgCl + AgBr..............	103,44	103,58
Br........................	31,29	31,90
Cl........................	7,37	7,08

» Ce composé a été obtenu par M. R.-J. Meyer par le même procédé. Il n'est pas douteux que la formation d'un tel composé résulte de réactions complexes, car on l'obtient aussi en traitant le chlorure thalleux par une quantité de brome insuffisante par la transformation de ce chlorure en composé thallique. Toutefois, l'explication que le chimiste allemand fournit de sa formation me paraît bien compliquée et je lui préfère la suivante :

» Dans une première phase, il y a transformation du chlorure thalleux en chlorobromure thallique

$$ThCl + Br^2 = ThClBr^2.$$

Puis ce chlorobromure se transformerait en solution sous l'influence de l'excès de chlorure thalleux en composé $Th^3Cl^2Br^4$, absolument comme il le ferait soit dans le vide, soit à l'air libre. Dans cette réaction il se comporterait comme un mélange de chlorure et de bromure thallique :

$$2ThBr^3, ThCl^3 = 2ThBr^2 + Br^2 + ThCl^2 + Cl;$$

le brome et le chlore se dissolvant immédiatement en transformant une nouvelle quantité de chlorure thalleux en composé thallique.

» *Propriétés.* — Le composé ainsi obtenu forme de petits prismes transparents d'apparence orthorhombiques, de couleur jaune soufre et qui paraissent se ternir par une exposition prolongée au contact de l'air. Pulvérisés, ils donnent une poudre d'un jaune très clair qui paraît inaltérable dans les conditions ordinaires.

» L'eau les décompose à température ordinaire et beaucoup plus rapidement à chaud. Cette décomposition est rendue visible aux yeux par le

changement de couleur qu'éprouvent les cristaux. Du jaune, ils virent à l'orangé en même temps qu'ils se dissolvent lentement. L'acide chlorhydrique agit de même, mais le chlorobromure formé du type Th^2X^3 subit à nouveau l'action de cet acide et l'on revient au type ThX. L'acide bromhydrique se comporte d'une façon semblable, mais la réaction est un peu plus compliquée, l'acide chlorhydrique étant déplacé par l'acide bromhydrique, partiellement tout au moins.

» Les acides oxygénés, l'acide sulfurique et l'acide azotique, par exemple, mettent en liberté, surtout à chaud, une grande quantité d'halogène.

» Le brome, au contact d'une petite quantité d'eau, dissout très facilement ce chlorobromure. On retourne au type Th^2X^6.

» Sous l'action de la chaleur, vers 150°, il fonce légèrement de couleur, puis il fond à 165° en un liquide jaune avec une légère décomposition. A plus haute température la décomposition est beaucoup plus rapide; il se dégage de grandes quantités de brome, et si l'on n'a eu soin de ne pas chauffer trop fortement mais seulement jusque vers 360°, le résidu consiste en une masse orangé tirant sur le rouge formée de petites lamelles et appartenant très probablement au type Th^2X^3.

» Dans de prochaines Notes, je compléterai l'histoire de ce chlorobromure et étudierai les chlorobromures du type Th^2X^3 et Th^2X^6. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le séléniure de cadmium.* Note de M. **Fonzes-Diacon**, présentée par M. H. Moissan.

« Le séléniure de cadmium peut être obtenu par voie sèche ou par voie humide.

» 1° *Par voie sèche.* — Par union directe des éléments à haute température, il a été obtenu par Little (¹) sous forme d'une masse cristalline *jaune d'or.*

» M. Margottet (²) a essayé de faire cristalliser le séléniure de cadmium en le sublimant dans un très lent courant d'hydrogène; il n'a pu obtenir, dans ces conditions, que de larges lames striées, les unes *noir de jais,* les autres brun rougeâtre.

» Je n'ai pas eu de meilleur résultat en sublimant du séléniure de cad-

(¹) Little, *Liebig's Annalen,* t. CXII, p. 211.

(²) Margottet, *Thèse de Doctorat,* 1879.

mium précipité, dans un creuset de charbon chauffé par sa partie inférieure dans le couvercle d'un four Moissan, à la température élevée d'un arc de 80 volts et 120 ampères. L'anneau de séléniure sublimé ne présente pas de cristaux nettement formés.

» J'ai réussi à préparer le séléniure de cadmium cristallisé par la méthode qui m'a déjà permis d'obtenir du séléniure de zinc rhomboédrique ([1]).

» Dans un tube de verre, on chauffe du chlorure de cadmium jusqu'à commencement de volatilisation; on fait alors traverser le tube par un lent courant d'hydrogène chargé d'hydrogène sélénié.

» A la fin de l'opération, les nacelles renferment une masse cristalline brillante d'un brun noirâtre qui, examinée au microscope, présente des isocéloèdres isolés très nets et des prismes hexagonaux hémimorphes. Ces cristaux sont transparents, brun clair, et agissent fortement sur la lumière polarisée. Ils appartiennent donc, comme SeZn obtenu dans les mêmes conditions, au système rhomboédrique.

» Ils répondent à la formule SeCd, leur densité à 15° est de 5,81.

» 2° *Par voie humide.* — En traitant une solution de chlorure de cadmium par l'hydrogène sélénié, Uelsmann a préparé un séléniure de cadmium précipité *brun foncé*.

» M. Fabre ([2]) a obtenu, par l'action du séléniure de sodium sur une solution de *sulfate de cadmium*, un précipité *noir brun* et par l'action de l'hydrogène sélénié sur une solution d'*iodure de cadmium* un précipité *jaune brunâtre*. Ces deux composés ne différeraient que par leur état d'agrégation, et le premier serait formé avec un dégagement de chaleur plus considérable que le second.

» J'ai repris cette question et je crois pouvoir conclure de mes expériences qu'il n'existe qu'un seul séléniure de cadmium de couleur *brun chocolat foncé*.

» En effet, quand on fait passer un courant d'hydrogène sélénié dans des solutions de *nitrate* ou de *sulfate* de cadmium, il se forme, au sein des liqueurs, des lamelles irisées d'une couleur brun rougeâtre plus ou moins foncé, suivant leur épaisseur.

» Si l'on substitue à ces sels oxygénés des solutions des composés halogénés du cadmium (Cl^2Cd, Br^2Cd, I^2Cd), on obtient également ces lamelles brun rougeâtre si l'hydrogène sélénié arrive en abondance dans des solutions étendues.

» Mais dans des liqueurs concentrées, traversées par un courant très dilué d'hydrogène sélénié, on obtient au début des précipités jaunes. Avec l'iodure de cadmium

---

([1]) Fonzes-Diacon, *Comptes rendus*, 26 mars 1900.

([2]) Fabre, *Thèse de Doctorat*, 1887.

on obtient notamment un précipité d'un *jaune vif* très pur. Ce précipité peut être lavé à l'eau distillée froide sans que sa couleur change beaucoup, bien que s'accentuant un peu. Desséché dans le vide, à l'abri de la lumière, il prend une teinte *rouge orange vif*.

» La potasse en solution concentrée et chaude le transforme en séléniure *brun rougeâtre*.

» A l'analyse il renferme une quantité d'iode qui lui fait attribuer la formule

$$3\,SeCd, I^2Cd.$$

» Ce séléniure jaune est donc un iodoséléniure de cadmium, analogue probablement au composé *jaune brunâtre* de M. Fabre.

» Abandonné sous l'eau à l'action de la lumière solaire, il se dissocie lentement et se transforme en séléniure brun.

» Les composés semblables formés avec le chlorure et le bromure paraissent moins stables.

» *Propriétés.* — Le séléniure de cadmium précipité ou cristallisé est facilement décomposé par les acides. Le chlore en déplace le sélénium à une température peu élevée.

» Grillés dans un courant d'oxygène ils donnent naissance à de l'oxyde de cadmium et à SeO^2.

» *En résumé.* — J'ai préparé un séléniure de cadmium cristallisé, $SeCd$, rhomboédrique, isomorphe avec le séléniure de zinc obtenu dans les mêmes conditions.

» J'ai signalé l'existence de chloro, bromo, iodoséléniure de cadmium. L'iodoséléniure, jaune à l'état humide, devient rouge orange vif par dessiccation; sa stabilité est assez grande. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation préliminaire, à la source même, de la recherche des métaux contenus en très faibles proportions dans les eaux minérales.* Note de M. F. **Garrigou**, présentée par M. Armand Gautier.

« Il y a plus de trente ans que j'ai, pour la première fois, appliqué à la recherche des nombreux métaux que les eaux minérales transportent des profondeurs du sol jusques à la surface (en en déposant au passage une partie sous forme de filons), la méthode des évaporations de grandes quantités d'eau. Mais les recherches faites sur ces grands volumes exigeant une installation spéciale pour l'évaporation des mètres cubes souvent nécessaires, j'ai cherché un moyen d'opérer plus simple et non moins correct.

» J'utilise l'action connue de l'hydrate de baryte sur les oxydes métalliques qu'il précipite tous, sauf les alcalis. Dans l'eau minérale *et à la source même*, je précipite par la baryte non seulement les acides minéraux et organiques formant avec cette base des sels insolubles, mais encore tous les oxydes métalliques lourds, les oxydes terreux, et la presque totalité des alcalino-terreux.

» J'opère ensuite, sur le précipité, la séparation des acides et des oxydes métalliques, d'après les procédés classiques.

» Dans ces conditions, je puis, au lieu d'émergence même, séparer les traces de métaux répondant à plusieurs mètres cubes d'eau, et il n'y a plus à emporter au laboratoire, pour procéder aux opérations qui suivent, qu'un précipité pesant en général moins d'un kilogramme.

» Voici comment j'opère : j'emmagasine, à la source même, l'eau minérale dans des bonbonnes de verre ou des cuves de bois d'une propreté absolue, soit en me servant d'un siphon de verre placé dans le griffon, soit en laissant couler l'eau directement de la source, mais en évitant tout tuyautage métallique; à mesure que l'eau tombe dans le récipient, j'ajoute de l'hydrate de baryte pur, en poudre fine, et j'agite vigoureusement. Le vase est ensuite laissé au repos.

» Lorsque le liquide est devenu parfaitement limpide, on décante, et le précipité est recueilli soit sur un filtre, soit dans un flacon de verre.

» Dans le liquide décanté, on ajoute de l'acide sulfurique pur en quantité un peu plus que suffisante, pour précipiter l'excès de baryte provenant de la première opération. On sépare le sulfate de baryte qui se dépose; on le lave bien à l'eau minérale. Il contient une petite quantité de métaux échappés à la première précipitation. Je dirai, dans une prochaine Note, à quelle recherche nouvelle peut servir le liquide privé de tous les corps que l'hydrate de baryte a séparés.

» On a, réunis dans le premier et dans le second précipité barytiques, tous les métaux, ou à peu près, contenus dans l'eau minérale.

» En traitant ces deux précipités au laboratoire par les méthodes classiques de séparation des acides et des oxydes, on arrive à connaître les métaux contenus, même en très faible proportion, dans l'eau étudiée.

» Les résultats jusqu'ici obtenus dans les analyses ordinaires des eaux minérales faites sur 1^{lit} à 2^{lit} ne donnent pas la moindre idée du nombre et de la quantité de métaux que les sources thermominérales transportent des profondeurs du sol. D'ordinaire on ne les recherche même pas. Mais si l'on opère sur 10^{lit} à 20^{lit} d'eau seulement, et si l'on employe pour la recherche de ces métaux les procédés les plus délicats (méthode des flammes, spectroscopie), on arrive très facilement à constater de nombreux radicaux métalliques là où l'analyse ordinaire n'en avait pas décelé.

» C'est ainsi qu'avec 20^{lit} d'eau des sources d'Eaux-Bonnes, de Bagnères-

de-Bigorre, de la Bourboule, de Barèges, j'ai pu confirmer l'exactitude de mes analyses anciennes faites sur des milliers de litres.

» Je montrerai prochainement que cette manière de procéder permet aussi de séparer de l'eau les diverses matières organiques (acides et alcaloïdiques), ainsi qu'une substance colloïdale que j'ai déjà signalée, pour la première fois en 1875, dans les sources thermominérales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nitration des dérivés bisubstitués du benzène* (1). Note de M. Ch. Cloez, présentée par M. Georges Lemoine.

« Les travaux de plusieurs savants, parmi lesquels Nœlting occupe certainement la première place, ont nettement fixé les règles qui président à la nitration des dérivés monosubstitués du benzène. Ces règles peuvent se résumer ainsi :

» Lorsque l'on nitre un dérivé du benzène substitué par un groupe neutre : CH^3, Cl, Br, I, faiblement acide, OH, ou basique, AzH^2, AzR^2, le radical AzO^2 se met en para ou en ortho du premier groupe substituant (2).

» Si le dérivé monosubstitué primitif renferme AzO^2, CO^2H, SO^3H, CAz ou COH, c'est-à-dire un groupe négatif, la nitration se fera en méta de ce groupe.

» Je me suis demandé si l'on ne pourrait pas arriver à poser des règles analogues pour la nitration des dérivés bisubstitués du benzène, règles permettant de prévoir *a priori* la place que prendra le groupe AzO^2 dans la molécule benzénique déjà bisubstituée. Dans l'état actuel de la Science, d'après les recherches auxquelles je me suis livré, complétées elles-mêmes par l'étude de plusieurs composés que j'ai dû spécialement préparer et dont je publierai ultérieurement la description, ces règles peuvent s'énoncer ainsi :

» 1° *Le dérivé bisubstitué du benzène renferme un groupe basique :* AzH^2 (acétylé) ou AzR^2.

» Si le second groupe substituant est neutre : CH^3, Cl; faiblement acide : OH, ou acide : CO^2H, la nitration se fera toujours en para ou ortho de AzH^2.

---

(1) Laboratoire de Chimie de l'École Polytechnique.

(2) Sauf lorsque l'on opère en présence d'un très grand excès d'acide sulfurique. Dans ce cas, avec $C^6H^5Az(CH^3)^2$ en particulier, on obtient le dérivé métanitré.

» On n'obtiendrait un dérivé nitré en méta de AzH^2 qu'en opérant en présence d'un très grand excès d'acide sulfurique.

» On peut donc dire que, dans la nitration, AzH^2 est le *groupement directeur*, c'est-à-dire, en quelque sorte, que sa force d'attraction pour AzO^2 est plus grande que celles de CH^3, Cl, OH ou CO^2H.

» 2° *Le dérivé bisubstitué du benzène est un phénol* (OH faiblement acide).

» Le radical phénolique OH est le groupe directeur si le second groupement substituant est CH^3, Cl, AzO^2 ou COH.

» Cette règle ne s'étend pas aux éthers phénoliques. Ainsi en nitrant la méta-oxybenzaldéhyde OH(1) COH(3) on obtient les deux dérivés :

OH, AzO^2, COH et OH, COH, AzO^2

qui montrent bien que, des deux groupements OH et COH, c'est le premier qui dans la nitration est le groupe directeur; mais si l'on nitre l'éther méthylique OCH^3(1) COH(3), en plus des deux dérivés nitrés en ortho et para de OCH^3, on obtient un troisième nitro-dérivé

OCH^3, AzO^2, COH

dans lequel c'est COH qui *a dirigé* AzO^2; on peut donc dire que OCH^3 et COH ont la même valeur, la même force de direction vis-à-vis de AzO^2.

» On arriverait à la même conclusion en considérant un dérivé bisubstitué par OH et CO^2H.

» Ainsi, en nitrant l'acide CO^2H (1), OH (3) on obtient les trois dérivés :

CO^2H, AzO^2, OH CO^2H, OH, AzO^2 et CO^2H, AzO^2, OH

» Dans les deux premiers, OH est le groupe directeur; dans le troisième dérivé, c'est CO^2H.

» 3° *Le dérivé bisubstitué du benzène renferme un groupe neutre :* Cl ou CH^3.

» Cl est directeur vis-à-vis des groupes acides AzO^2, CO^2H et COH.

» CH^3 est également directeur vis-à-vis des mêmes groupes; ainsi l'acide CH^3 (1), CO^2H (3) soumis à la nitration donne les deux dérivés

CH^3 (1), AzO^2 (2), CO^2H (3) et CH^3 (1), CO^2H (3), AzO^2 (4)

on n'obtient pas de dérivé nitré en méta de CO^2H, ce qui montre bien la force dirigeante de CH^3.

» 4° *Le dérivé bisubstitué du benzène renferme les deux groupes acides* CO^2H *et* AzO^2.

» Dans ce cas, on ne peut plus rien dire *a priori*, CO^2H et AzO^2 ayant en quelque sorte la même force d'attraction pour le second groupe AzO^2.

» Ainsi, en nitrant l'acide orthobenzoïque, on obtient à la fois

CO^2H (1), AzO^2 (2), AzO^2 (6) et CO^2H (1), AzO^2 (2), AzO^2 (5)

» La nitration de l'acide para-nitrobenzoïque nous amènerait à la même conclusion.

» Si ces règles n'ont pas encore l'ampleur de celles qu'a établies Nœlting, cela tient à ce que beaucoup de dérivés nitrés n'ont pas été préparés jusqu'à ce jour; cela tient surtout à ce qu'un plus grand nombre encore n'ont pas été préparés directement, mais ont été obtenus par des voies détournées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide azotique sur le gaïacol tribromé.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note parue récemment aux *Comptes rendus* [1], j'ai étudié l'action de l'acide azotique sur le gaïacol trichloré et montré qu'il y avait

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 53.

formation d'un dérivé résultant de la soudure de deux noyaux benzéniques, dérivé qu'on pouvait envisager comme se rattachant au diphényle $C^{12}H^{10}$. J'ai appliqué la même réaction au gaïacol tribromé et constaté qu'elle menait à des résultats analogues.

» Je dissous à la température du bain-marie 20gr de gaïacol tribromé

$$C^6HBr^3\text{-}OH\text{-}OCH^3$$

dans 50cc d'alcool absolu, et après refroidissement j'ajoute 100cc d'acide acétique, puis peu à peu un mélange de 10cc d'acide azotique ordinaire et 20cc d'acide acétique. Au bout de peu de temps le mélange se colore en rouge et il se dépose une poudre rouge orangé; je filtre à la trompe et lave à l'alcool.

» Le produit desséché est purifié par cristallisations dans la benzine bouillante. Par le refroidissement il se dépose de petites masses mamelonnées d'une belle couleur rouge orangé et qui, examinées au microscope, se montrent formées d'aiguilles aplaties et contournées.

» Le corps obtenu est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool et l'éther, même à chaud, plus soluble dans la benzine, le chloroforme et le sulfure de carbone. Le point de fusion de ces cristaux est 186°-188°.

» Il ne contient pas d'azote et renferme du brome. Le carbone et l'hydrogène ont été dosés par des combustions en tube fermé en présence de chromate de plomb, le brome par la méthode à la chaux. Les analyses mènent à la formule $C^{12}H^4Br^4O^4$.

» Les réducteurs décolorent facilement les solutions de ce composé, et il se forme un dérivé incolore que j'ai isolé de la façon suivante :

» Je triture 10gr du corps rouge avec 20cc d'acide acétique et j'ajoute au mélange du bisulfite de soude : au bout de peu de temps le dérivé rouge est décoloré; j'ajoute alors de l'eau et traite par l'éther. Ce dissolvant évaporé laisse un résidu cristallin qui est purifié par cristallisations dans la benzine bouillante. Il se dépose par le refroidissement des cristaux incolores assez volumineux, prismatiques, insolubles dans l'eau, très peu solubles dans l'alcool, plus solubles dans la benzine et dans l'éther.

» Leur point de fusion est de 170°-172°.

» Si à la solution alcoolique on ajoute du perchlorure de fer étendu, il se forme une coloration verte passant au violet par une trace de carbonate de soude.

» Les analyses mènent à la formule $C^{12}H^6Br^4O^4$, et par conséquent ce dérivé diffère par H^2 en plus du composé rouge.

» Voyons maintenant quelle est la nature de ces deux corps.

» Le corps rouge est évidemment une quinone : par son mode de formation, la propriété qu'il possède de fixer H^2 et de donner un dérivé phénolique il se rapproche absolument des quinones. Le dérivé rouge, de même que le produit de réduction, distillé avec de la poussière de zinc laisse dégager des substances possédant l'odeur caractéristique du diphé-

nyle, et il se forme dans cette réaction de petites quantités de ce carbure. Ils appartiennent donc au groupe du diphényle.

» La réaction peut être interprétée de la façon suivante : Quand on traite le gaïacol tribromé par l'acide nitrique, deux molécules de gaïacol tribromé perdent chacune un atome de brome, et il se forme ainsi un dérivé résultant de la soudure de deux noyaux benzéniques. En même temps les deux molécules de gaïacol sont saponifiées et transformées en fonctions phénoliques; l'acide nitrique agit alors comme oxydant et enlève H^2 aux deux oxhydryles phénoliques OH : il y a ainsi formation d'une quinone à laquelle on peut attribuer la formule suivante :

$$O_2H - \underline{O_1 - Br^2HC^6 - C^6HBr^2 - O_1} - O_2H.$$

» Le produit de réduction diffère par H^2 en plus et a pour formule

$$\underset{2}{OH} - \underset{1}{OH} - Br^2HC^6 - C^6HBr^2 - \underset{1}{OH} - \underset{2}{OH}.$$

La réaction dans le cas du gaïacol tribromé n'est pas absolument identique à celle obtenue avec le gaïacol trichloré. Il y a bien dans les deux cas formation de corps dérivés du noyau $C^{12}H^{10}$, mais avec le gaïacol chloré le corps obtenu a pour formule $C^{13}H^5Cl^5O^4$, contient cinq atomes de chlore et encore une fonction éther méthylique, c'est-à-dire un méthoxyle.

» En résumé, l'action de l'acide nitrique sur le gaïacol tribromé donne une quinone qui est à la fois un produit de condensation et d'oxydation. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de séminase dans les graines à albumen corné au repos.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey.**

« C'est un fait bien connu, qu'il existe de petites proportions de diastase dans les graines à albumen amylacé au repos. On peut admettre que c'est cette diastase qui, dès que les graines sont dans des conditions favorables à la germination, procure à l'embryon les premiers aliments sucrés que nécessite son développement. Durant le processus germinatif qui suit, il se forme, et en quantité relativement considérable, de nouvelle diastase dont l'action amène peu à peu la digestion totale des réserves amylacées.

» Il semble bien qu'il y ait là un fait général, et que ce qui existe pour les réserves amylacées doive se retrouver pour toutes autres réserves alimentaires des graines : matières albuminoïdes, matières grasses, hydrates

de carbone autres que l'amidon. Nous avons examiné cette hypothèse dans le cas particulier des graines de légumineuses à albumen corné. Ces graines, comme nous l'avons établi [1], produisent, en germant, un ferment soluble particulier, la *séminase*, qui transforme les hydrates de carbone de l'albumen en deux sucres assimilables : galactose et mannose.

» Les graines sur lesquelles ont porté nos expériences sont les graines de Luzerne (*Medicago sativa*) et les graines d'Indigo (*Indigofera tinctoria*).

» 1° *Graines de Luzerne*. — 50gr de graines de Luzerne passées au moulin ont été délayées dans une quantité d'eau suffisante pour faire un litre. Le mélange a été ensuite additionné d'un excès de chloroforme, de façon à empêcher toute intervention microbienne. On a obtenu ainsi une masse très visqueuse qu'on a abandonnée, en ayant soin de l'agiter de temps en temps, dans un flacon bien bouché, à la température du laboratoire (20°-21°), pendant trois mois.

» Le mélange qui était, comme nous l'avons dit, très visqueux à l'origine, s'est liquéfié peu à peu, et, au moment où l'expérience a été arrêtée, on pouvait observer, dans le flacon, un liquide supérieur parfaitement fluide et un dépôt bien rassemblé occupant la partie inférieure.

» On a filtré à la trompe, et l'on a recueilli environ 925cc de liquide. Une partie de ce liquide a été additionnée de trois fois son volume d'alcool à 95°. Il s'est fait un précipité blanc relativement faible (4gr,9 pour 1000cc de liquide). Après élimination de l'alcool, on a dosé le sucre réducteur (comme dextrose), et l'on en a trouvé une proportion de 6gr,94 pour 1000cc du liquide primitif. Des essais ultérieurs ont montré que ce sucre était composé, au moins en partie, de galactose et de mannose. Le galactose a été caractérisé par la formation d'acide mucique, et le mannose a été obtenu à l'état cristallisé, après avoir été précipité sous forme de mannose-hydrazone et régénéré à l'aide de l'aldéhyde benzoïque.

» 2° *Graines d'Indigo*. — Les graines d'Indigo diffèrent des graines de Luzerne en ce sens qu'elles ne donnent pas, avec l'eau chloroformée, de masse visqueuse. Aussi a-t-il été facile d'opérer sur un poids de graines plus considérable relativement au volume total de liquide.

» 200gr de graines d'Indigo moulues ont été délayées dans une quantité suffisante d'eau pour faire un litre. Le mélange a été additionné de 15cc de chloroforme et conservé, comme le mélange fait avec la graine de Luzerne, pendant trois mois à la température du laboratoire (20°-21°).

» On a filtré à la trompe, ce qui n'a donné qu'environ 450cc de liquide parfaitement limpide. Ce liquide a été additionné de 5cc de phénylhydrazine en solution acétique. Il s'est fait un précipité très pur de mannose-hydrazone qui, après lavage et dessiccation, pesait 4gr,40.

» La totalité de cette mannose-hydrazone a été traitée par l'aldéhyde benzoïque, ce

---

(1) *Sur les ferments solubles produits, pendant la germination, par les graines à albumen corné* (*Comptes rendus*, séance du 2 janvier 1900).

qui a fourni une solution de mannose de laquelle on a retiré ce dernier sucre à l'état cristallisé.

» Voici les données se rapportant à la détermination de son pouvoir rotatoire (lecture faite après vingt-quatre heures) :

$$v = 15; \quad l = 2; \quad p = 0,605; \quad \alpha = +1^{\circ}10', \text{ soit } +1^{\circ},166.$$

» D'où

$$[\alpha]_D = +14^{\circ},45.$$

» Ce sucre présentait la multirotation.

» A titre d'expérience complémentaire et comparative, nous avons fait agir l'acétate de phénylhydrazine sur le liquide filtré d'un mélange identique au précédent, préparé seulement depuis quelques heures. Ce liquide n'a pas donné lieu à la production de mannose-hydrazone; d'où il suit que le mannose ne préexistait pas dans la graine, et qu'il s'est bien formé durant la macération prolongée de celle-ci.

» En résumé, il ressort des faits qui précèdent que les graines mises en expérience renferment, avant toute germination, une petite proportion d'un ferment soluble (*séminase*) capable de fluidifier leurs albumens cornés et de les transformer en sucres assimilables. Ce sont ces sucres qui constituent les premiers aliments de l'embryon au début de son développement. »

ZOOLOGIE. — *Communication osmotique, chez l'Invertébré marin normal, entre le milieu intérieur de l'animal et le milieu extérieur* [1]. Note de M. **R. Quinton**, présentée par M. Edmond Perrier.

« 1. L'Invertébré marin normal a pour hémolymphe ou sang, c'est-à-dire pour milieu intérieur, un liquide dont la teneur en sels égale de très près celle de l'eau de mer.

» 2. Cette égalité saline résulte d'un phénomène osmotique : il suffit en effet de diluer ou de concentrer le milieu extérieur, pour voir le milieu intérieur de l'animal tendre aussitôt à l'équilibre.

» 3. Ce phénomène est bien de nature osmotique; il n'est pas dû à un mélange des deux milieux, par communication anatomique directe.

» 4. L'Invertébré marin communique donc par osmose avec le milieu extérieur.

---

[1] Travail du Laboratoire maritime du Muséum, à Saint-Vaast-la-Hougue, de la Station zoologique d'Arcachon et du Laboratoire des Hautes Études, au Collège de France.

» HISTORIQUE. — Frédéricq (1882, *Bull. Ac. Roy. Belg.*, t. IV, p. 209; — 1884, *Livre jubil. Soc. méd. Gand.*, p. 271; — 1891, *Arch. Zool. exp.*, p. 117) constate : 1° sur quelques Crustacés provenant de la Méditerranée, de l'Océan et des eaux saumâtres de l'Escaut, un parallèle entre la teneur en sels de leur sang et celle du milieu où ils vivaient; 2° sur *Carcinus mœnas*, placé expérimentalement dans une eau de mer diluée, une tendance à l'équilibre entre les sels du sang et ceux du nouveau milieu extérieur. Bottazi (1897, *Arch. ital. Biol.* p. 61), opérant par la cryoscopie, voit simplement la concentration moléculaire du sang des Invertébrés marins égaler à peu près exactement celle de l'eau de mer.

» MÉTHODE. — Les expériences qui suivent portent sur la composition minérale comparée : 1° de l'eau de mer; 2° du plasma hémolymphatique des Invertébrés marins. Comme dans l'eau de mer et dans l'hémolymphe, les chlorures, à eux seuls, à l'état de NaCl presque exclusivement, comptent pour les 85 ou 90 centièmes de tous les sels dissous; leur détermination suffit à donner une indication très approchée des sels totaux. (Voir analyses Genth pour le Limule, Mourson et Schlagdenhaufen pour l'Oursin. Chez les autres Invertébrés marins, l'analyse montre que les chlorures composent à eux seuls la presque totalité des molécules dissoutes, décelées dans l'hémolymphe par la cryoscopie). Les analyses ci-après ont donc porté sur les chlorures. Elles ont porté indifféremment sur l'hémolymphe totale ou son plasma, l'expérience ayant montré que l'écart en sels, de l'une à l'autre, est à peu près nul. Chez les Annélides et les Géphyriens seuls, le liquide cœlomique était toujours centrifugé. Par *hémolymphe* on entendra indifféremment ici l'hémolymphe lacunaire, canalisée, et le liquide cœlomique.

» I. PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — Le Tableau suivant résume 49 déterminations effectuées à l'état normal sur 10 espèces marines appartenant aux 5 groupes les plus importants d'Invertébrés, et 26 déterminations parallèles effectuées sur l'eau de mer où vivaient les animaux expérimentés.

Nombre des déterminations effectuées				Teneur moyenne en chlorures pour 1000 (exprimés en NaCl)	
sur l'hémolymphe.	sur l'eau de mer.	Groupes et espèces.		de l'hémolymphe.	de l'eau de mer.
6	2	ÉCHINODERMES.	— *Asterias rub*...	33^{gr},39	33^{gr},15
6	6	MOLLUSQUES.	— *Ostrea edulis* ..	32,94	35,1
2	1	»	— *Aplysia punct*.	32,53	32,17
1	1	»	— *Octopus vulg*..	31,88	33,7
6	2	»	— *Sepia officin*...	32,5	32,7
1	0	ANNÉLIDES.	— *Arenicola pisc*.	32,46	?
11	3	GÉPHYRIENS.	— *Sipunculus rob*.	34,9	32
13	10	CRUSTACÉS.	— *Carcinus mæ*..	31,47	33,44
2	1	»	— *Maja squin*....	32,76	32,76
1	0	»	— *Homarus vulg*.	29,5	?
49	26	Moyenne générale......		32,43	33,13

» Ce Tableau montre (à quelque fraction près) l'égalité saline qui existe à l'état normal, entre le milieu intérieur de l'animal et le milieu extérieur. Une question se pose. Cette égalité saline est-elle, oui ou non, le résultat d'un équilibre osmotique établi entre les deux milieux, à travers la paroi extérieure de l'animal? Les deux séries d'expériences qui suivent répondent affirmativement à la question.

» II. Deuxième série. — Les expériences de cette série consistent à changer l'animal de milieu, à le placer dans une nouvelle eau de mer diluée ou concentrée (par addition d'eau distillée ou, au contraire, de NaCl, KCl, $MgCl^2$). Après une durée d'expérience indiquée dans la colonne des temps, l'animal est retiré, saigné et analysé en chlorures, ainsi que l'eau dans laquelle il était plongé. Le soin le plus extrême est pris, en recueillant le sang, pour l'obtenir pur, exempt d'eau extérieure pouvant provenir du tégument. Le Tableau qui suit résume cette série d'expériences.

Durée de l'expérience.	Espèces.	Teneur en NaCl, pour 1000, à la fin de l'expérience, de l'hémolymphe.	du milieu ambiant.
		gr	gr
3^h	*Asterias rubens*	21,7	18
3^h	*Ostrea edulis*	23,1	23,7
4^h30^m	*Aplysia punctata*	23,69	23,4
5^h30^m	» »	37,04	36,77
1^h45^m	*Octopus vulgaris*	24,74	25,15
0^h30^m	*Sepia officinalis*	24	22,1
1^h15^m	*Arenicola piscatorum*	25,34	22
4^h	*Sipunculus robustus*	40,07	39,78
1^h15^m	» »	25,74	22
23^h	*Carcinus mœnas*	15,21	11,7
7^h	» »	43,75	52,65
3^h	*Maia squinado*	27,49	23,57
2^h30^m	*Homarus vulgaris*	22	23

» Dix-neuf autres expériences confirment simplement ces premières.

» Ce Tableau, comparé au précédent, montre toutes les teneurs salines profondément modifiées, tendant à l'équilibre avec le nouveau milieu extérieur. On remarquera, dans la colonne des temps, avec quelle rapidité le phénomène osmotique peut se produire. Reste à établir la nature *réellement* osmotique du phénomène, à démontrer qu'il n'est pas dû à un mélange des deux milieux par communication anatomique directe. On sait que l'anatomie nie déjà cette communication (sauf pour *Asterias*).

» III. Troisième série d'expériences. — S'il y a communication anatomique directe,

le mélange doit s'effectuer sans qu'il se produise une augmentation ou une diminution de poids de l'animal, au moins durables, et surtout se sériant distinctement selon que le milieu extérieur est ou dilué ou concentré.

» S'il y a, au contraire, osmose, il doit se produire toujours : 1° dans une eau de mer diluée, augmentation de poids de l'animal, par absorption d'eau; 2° dans une eau de mer concentrée, diminution par perte; — augmentation et diminution durables.

» Expériences. — *Dans l'eau de mer diluée.* — Début de l'expérience à 0^m. — *Aplysie* n° 1; temps des observations : 0^m, 35^m, 1^h, 3^h, 4^h; poids successifs : 288, 321, 339, 359, 359,5. — *Aplysie* n° 2; temps : 0^m, 1^h14, 2^h14, 3^h17, 4^h15, 11^h; poids : 303, 334, 341, 344,5, 346, 346. — *Siponcle;* temps : 0^m, 23^m, 1^h15, 5^h30, 18^h, 21^h; poids : 42, 45,5, 48, 48, 47, 47, — les trois derniers chiffres étant approximatifs à 1^{gr} près, une excrétion de sable s'étant produite.

» *Dans l'eau de mer concentrée.* — *Aplysie;* temps des observations : 0^m, 4^h, 5^h; poids : 310, 284, 284. — *Siponcle;* temps : 0^m, 30^m, 1^h30, 2^h30, 4^h; poids : 30, 29, 27,5, 27, 26,5. — *Arénicole;* temps : 0^m, 2^h30; poids : 12, 5, 11.

» Il y a donc : augmentation de poids de l'animal dans le milieu hypotonique, diminution dans le milieu hypertonique, constance quand l'équilibre est établi, — caractères propres du phénomène osmotique. La physiologie aboutit donc, comme l'anatomie, à la négation d'une communication directe. L'osmose seule est en jeu. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Le corps adipeux des Muscides pendant l'histolyse.* Note de M. F. **Henneguy**, présentée par M. Alfred Giard.

« Depuis les travaux de Kowalevsky et Van Rees, on a admis généralement que les divers tissus des larves des Muscides qui subissent l'histolyse, entre autres le corps adipeux, sont détruits par les cellules sanguines ou phagocytes. Déjà cependant des observations faites sur des nymphes d'autres Insectes, en particulier celles de Korotneff et de Karawaiew, avaient montré que la phagocytose ne joue pas, dans les phénomènes d'histolyse, un rôle aussi important que celui que lui avait attribué Kowalevsky : de Bruyne (1897) n'a jamais trouvé de leucocytes dans les cellules adipeuses des Muscides et n'y a signalé que des fragments de tissu musculaire en dégénérescence.

» Ant. Berlese [1] a fait récemment une étude approfondie des transformations du corps adipeux de plusieurs Diptères, entre autres *Calliphora erythrocephala*, depuis l'éclosion de la larve jusqu'au stade d'imago, et il est arrivé à cette conclusion que les cellules graisseuses ne sont, à aucun moment, attaquées par les phagocytes.

---

[1] Ant. Berlese, *Osservazioni su fenomeni che avvengono durante la ninfosi degli insetti metabolici* (*Riv. di Patol. veget.*, t. VIII : 1899).

» Pendant la croissance de la larve, les cellules adipeuses augmentent considérablement de volume et se chargent de graisse : quand la larve cesse de se nourrir, le contenu du tube digestif s'extravase dans la cavité du corps et est absorbé par les cellules adipeuses dans lesquelles se déposent des granulations et des boules de substances albuminoïdes, boules renfermant dans leur intérieur des parties colorables par certains colorants nucléaires et ressemblant à des noyaux. Ce sont ces boules que Kowalevsky et Van Rees auraient prises pour des phagocytes. Au commencement de la nymphose, les cellules adipeuses absorbent une nouvelle quantité de matières albuminoïdes provenant de la destruction des muscles. Chez la nymphe, ces mêmes cellules expulsent, sous forme de granulations, les substances qu'elles ont absorbées et élaborées, qui se dissolvent dans le sang et servent à nourrir les nouveaux tissus en voie de formation.

» D'après Berlese, les cellules du corps adipeux, loin d'être détruites par phagocytose, sont des éléments nourriciers qui élaborent les substances nécessaires à la nutrition des tissus de la nymphe; aussi propose-t-il de les appeler des *trophocytes*.

» Les recherches que j'ai faites sur les larves et les nymphes de *Calliphora vomitoria* et *Lucilia Cæsar,* en employant la technique de Berlese, m'ont conduit à des résultats à peu près identiques à ceux du savant italien.

» Jusqu'à la fin de la vie larvaire, les cellules du corps adipeux ne renferment que de fines gouttelettes graisseuses; lorsque le contenu de l'estomac suceur passe dans la cavité du corps et se mêle au sang, on voit apparaître dans les cellules des vacuoles et des granulations, dont les unes restent incolores et les autres prennent une teinte bleu violacé pâle, en présence de l'hématéine. Bientôt la plupart de ces granulations se réunissent par places pour former des boules contenant une ou plusieurs taches arrondies, plus fortement colorées que les granulations par l'hématéine, et qui, vues à un grossissement insuffisant, ont l'apparence de noyaux. Mais il est facile de constater, avec l'aide d'un bon objectif à immersion homogène, que ces taches n'ont pas de contours nettement arrêtés, qu'elles sont constituées par un amas de très fines granulations et ne contiennent pas le cordon chromatique caractéristique des noyaux de tous les tissus des Muscides, y compris ceux des cellules sanguines.

» Les cellules adipeuses ne renferment *jamais*, depuis le commencement de la nymphose jusqu'au stade d'imago, aucun élément nucléaire

autre que le gros noyau central présentant un filament chromatique, fortement coloré, identique à celui découvert par Balbiani dans les glandes salivaires de la larve des *Chironomus*.

» Lorsque les cellules du corps adipeux se sont désagrégées, on peut voir entre elles, quelquefois accolés à leur surface, des amibocytes ou des *Körnchenkugeln*, c'est-à-dire des phagocytes contenant des fragments musculaires, mais je n'ai pu réussir à constater la pénétration de ces éléments dans les cellules. Vers la fin de la nymphose, lorsque les cellules adipeuses excrètent leurs granulations ou leurs boules de nature albuminoïde, on observe des amibocytes qui englobent quelques-uns de ces produits excrétés, mais il ne saurait être question ici de phagocytose telle que l'entend Kowalevsky.

» On retrouve encore, chez la Mouche adulte, après l'éclosion de la pupe, un certain nombre de cellules adipeuses larvaires qui sont demeurées intactes, conservant le caractère qu'elles présentaient dans la nymphe; ces cellules s'atrophient progressivement à mesure que se développe le tissu adipeux imaginal, comme l'a si bien décrit Berlese.

» M. Vaney ([1]) vient de décrire, dans la nymphe de *Gastrophilus equi*, l'histolyse de l'*organe rouge*, qui ne serait qu'une partie du corps adipeux dont les cellules auraient perdu leur réserve de graisse, et dans lesquelles se sont ramifiées des trachées; d'après ses observations, ces cellules seraient envahies par des phagocytes qui s'y creuseraient de véritables canaux. Je n'ai pas eu l'occasion d'étudier la métamorphose des Œstrides. Les conclusions absolument différentes auxquelles nous sommes arrivés, M. Vaney d'une part, Berlese et moi d'autre part, ne peuvent s'expliquer, semble-t-il, qu'en admettant que le corps adipeux des Œstres se comporte, pendant la nymphose, d'une autre manière que celui des Mouches, ou bien, ce qui est plus probable, que l'organe rouge est un tissu spécial, nettement différencié du corps adipeux. »

([1]) C. Vaney, *Contribution à l'étude des phénomènes de la métamorphose chez les Diptères* (*Comptes rendus*, n° 19, p. 758, 5 novembre 1900).

ZOOLOGIE. — *Expériences sur la télégonie* (¹). Note de Mlle **Barthelet**, présentée par M. Alfred Giard.

« On sait que, sous le nom de *télégonie* ou d'*imprégnation*, on entend l'influence exercée sur une mère par un premier accouplement, de telle sorte que des rejetons ultérieurs provenant d'autres pères présentent des caractères propres au premier mâle. Dans le monde des éleveurs, la télégonie est admise presque sans conteste pour les chevaux, les chiens, le bétail, la volaille; on évite avec grand soin le contact entre une femelle de race pure et un mâle de race inférieure, dans la crainte que la femelle ne donne dans la suite des rejetons de race inférieure. Un vétérinaire anglais prétend même que certains éleveurs se servent de la télégonie comme d'un moyen de fraude : ils font couvrir une jument ou une chienne demi-sang par un mâle de race pure, puis ensuite par un mâle demi-sang, et les produits du deuxième accouplement, ayant été influencés par le premier mâle, sont vendus comme jeunes de race pure. Chez les biologistes (²), les opinions sont partagées : Darwin, Spencer, Le Dantec, considèrent la télégonie comme démontrée. On connaît le cas célèbre de la jument de lord Morton, accouplée à un Couagga, puis à un étalon noir, et dont les produits du deuxième accouplement ressemblaient un peu à un Couagga. Spencer cite les expériences positives faites par Nouel avec des brebis, et celles de D. Giles avec des cochons; Darwin, une expérience faite avec des chiens. Mac Kay prit une lapine gris d'argent, la fit couvrir par un lapin d'Himalaya, puis par un Hollandais : dans les portées postérieures avec un mâle de sa race, il y eut toujours des petits rappelant les deux premiers pères. Je laisse de côté les cas positifs de Mac-Gillivray, Orton, Harvey, etc.

» Il semblerait donc que la télégonie est un fait établi, mais d'autres expériences, peut-être moins nombreuses, mais plus précises, ont donné des résultats négatifs.

» Nathusius, Settegast, Sanson, Weismann rejettent la télégonie, ce dernier pour des raisons théoriques qui ne manquent pas de force. Vom

---

(¹) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy, dirigé par M. le professeur Cuénot.

(²) On trouvera les indications bibliographiques et un historique complet dans mon Travail *in extenso* en préparation.

Rath a montré, par une discussion très serrée, qu'un cas de télégonie présenté par des chats à oreille atrophiée n'était autre chose qu'un retour atavique. Comme contre-partie à la jument de lord Morton, on peut citer les expériences de Cossar-Ewart, qui unit à des étalons normaux des juments qui avaient été fécondées antérieurement par son zèbre Matopo : jamais les produits n'ont rappelé en quoi que ce soit les caractères du Zèbre, sauf une seule fois, où ce fut une variation d'origine paternelle; une expérience avec des Lapins lui a donné le même résultat négatif.

» On voit, par ce court aperçu historique, que la question est loin d'être tranchée. Il ne m'a pas semblé superflu de faire des expériences précises sur des animaux présentant des caractères différenciels très nets qui révèleraient la moindre trace de télégonie. On sait que les souris blanches albinos et les souris grises (*Mus domesticus*) sont des variétés authentiques d'une même espèce, l'une et l'autre parfaitement fixées. Or, quand on croise des femelles blanches avec des mâles gris, on obtient, dans l'immense majorité des cas, des produits qui sont gris comme le père. L'influence paternelle est donc ici prépondérante, et si le premier accouplement a une influence sur la femelle, nous sommes dans les conditions les plus favorables pour la constater.

» Voici le résumé de mes expériences :

» 1° Quatre femelles blanches vierges furent couvertes par autant de mâles gris : on obtint vingt-cinq petits, tous gris. Chacune de ces femelles fut ensuite couverte par un mâle blanc; on obtint en tout vingt-huit petits, tous blancs. Le premier père gris n'a donc eu aucune influence.

» 2° Une femelle blanche vierge fut couverte dans trois portées successives par un mâle gris : on obtint en tout 17 petits, tous gris. Couverte ensuite par un mâle blanc, on obtint 6 petits, tous blancs.

» 3° Une femelle blanche vierge fut couverte alternativement par un mâle blanc et un mâle gris; on obtint : une première portée avec un mâle blanc qui donna 6 jeunes blancs; une deuxième portée (mâle gris) qui donna 2 jeunes gris; une troisième portée (mâle blanc) qui donna 5 jeunes blancs; une quatrième portée (mâle gris) qui donna 4 jeunes gris. Même conclusion que ci-dessus, malgré la répétition des accouplements avec un mâle gris.

» Ces expériences me paraissent démontrer qu'il n'y a aucune trace de télégonie chez les souris; j'adopte complètement l'opinion des auteurs qui ne voient dans les expériences à résultat positif que des cas de retour ou de variation et dans la télégonie elle-même qu'un préjugé d'éleveur. »

BOTANIQUE. — *Sur le polymorphisme des tiges chez une même espèce* [1]. Note de **Marcel Dubard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Un même végétal peut présenter des tiges aériennes qui sont distinctes par leur origine; par exemple, nous pouvons trouver chez une même plante, à côté de la tige issue directement de la graine par développement de la gemmule, des tiges provenant des bourgeons nés sur les rhizomes ou sur les racines; chez les arbres dont on a coupé le tronc, on observe, soit sur l'aire de la section, soit sur les racines, soit à la base de la souche, des touffes de tiges nombreuses et serrées où les cas de fasciation sont fréquents. L'origine fort différente de ces diverses tiges influe évidemment sur leur nutrition, par suite sur leur développement et leur structure.

» Je me suis proposé d'étudier comparativement les diverses tiges d'une même espèce, en me limitant aux Dicotylédones dont les racines sont capables de donner des bourgeons.

» Tantôt ces bourgeons évoluent rapidement en produisant des tiges feuillées; ils constituent alors un mode normal et puissant de multiplication pour la plante. Un bel exemple en est fourni par des Linaires vivaces, telles que *Linaria vulgaris*, *Linaria striata*; une graine de ces plantes peut donner en une seule saison un individu couvrant plusieurs mètres carrés et possédant plusieurs centaines de tiges issues de son système radical.

» Tantôt les bourgeons radicaux restent à l'état embryonnaire, ne formant que de petites émergences à la surface des racines; ils attendent en quelque sorte qu'une occasion favorable leur permette d'évoluer. C'est ce qu'on observe chez quelques espèces, telles que : *Geranium sanguineum*, *Alliaria officinalis*, *Arabis sagittata*, *Isatis tinctoria*, *Dianthus Carthusianorum*, *Reseda lutea*, etc. Dans ce cas les tiges radicales constituent une sorte de régénération de la plante, servant parfois à en prolonger l'existence, comme il arrive pour l'Alliaire, qui est normalement annuelle; elles sont caractérisées par une structure simplifiée rappelant par plus d'un trait celle de la germination.

» Considérons, par exemple, le *Geranium sanguineum*. Les rhizomes de cette plante émettent des racines adventives très charnues à la base, dont le diamètre s'at-

---

[1] Travail du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

ténue brusquement, et terminées par une partie filiforme beaucoup plus longue que la région renflée. La base de la racine produit normalement de nombreux bourgeons adventifs, rares, au contraire, au commencement de la région filiforme et disparaissant un peu plus loin. Ces bourgeons sont, comme l'a montré M. Van Tieghem [1], d'origine endogène et disposés suivant la règle diplostique, car la racine ne possède que deux faisceaux ligneux. A peine ont-ils percé l'écorce que leur développement s'arrête; ils forment alors simplement de petites saillies à la surface des racines. Mais si l'on vient à mutiler la plante en séparant certaines racines des rhizomes qui leur ont donné naissance, on observe l'année suivante le développement en tiges feuillées d'un certain nombre de ces bourgeons.

» Les tiges ainsi produites se distinguent immédiatement par leurs feuilles alternes, car les pousses aériennes normales issues des rhizomes ont les feuilles opposées; elles sont en outre plus grêles, non rameuses, et leurs entre-nœuds sont plus courts.

» J'ai cherché alors si de pareilles pousses se produisent naturellement, et, malgré l'abondance de la plante dans la forêt de Fontainebleau, je n'ai pu découvrir une seule tige à feuilles alternes. Toutes les tiges à feuilles opposées qne j'ai déterrées tiraient leur origine de rhizomes; le fait d'avoir des feuilles opposées caractérise donc les rameaux issus des rhizomes, comme les feuilles alternes caractérisent les rameaux issus des racines; de plus, on doit considérer la production de ces pousses sur les racines comme un moyen que possède la plante de se régénérer, lorsqu'elle n'a plus à sa disposition de bourgeons normaux.

» J'ai trouvé de nombreuses analogies entre une tige radicale et la tige primordiale issue de la graine; toutes deux possèdent des feuilles alternes, ne sont pas rugueuses, et leurs entre-nœuds successifs ont des longueurs comparables; le port est le même : à chaque nœud, la tige change brusquement de direction, s'inclinant en sens inverse de la feuille; son aspect général rappelle assez bien une cime hélicoïde.

» La tige issue de la graine diffère cependant de l'autre par la présence à sa base de deux feuilles primordiales à pétiole grêle, allongé et laissant entre leurs insertions un entre-nœud très court; elles se développent presque au même niveau que les cotylédons; les feuilles suivantes sont alternes avec des entre-deux allongés; elles ont un limbe présentant cinq, sept ou neuf lobes principaux, obtus, rarement subdivisés eux-mêmes, mais jamais profondément découpés; elles ressemblent, en somme, beaucoup plus aux feuilles d'un *Geranium rotundifolium* qu'aux feuilles ordinaires du Géranium sanguin. Les pétioles des feuilles, quelle que soit la tige qui les porte, possèdent toujours quatre faisceaux libéro-ligneux au sommet et trois faisceaux à la base, à l'exception des deux feuilles primordiales de la germination, qui conservent trois faisceaux dans toute leur longueur, et des cotylédons qui sont bifasciculés.

---

(1) Van Tieghem, *Recherches sur la disposition des radicelles et des bourgeons sur les racines des Phanérogames* (*Annales des Sciences naturelles*, 7e série, t. V; 1887). — Van Tieghem et Douliot, *Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes chez les plantes vasculaires* (*Annales des Sciences naturelles*, 7e série, t. VIII; 1888).

» La structure anatomique permet aussi de distinguer les diverses tiges; le caractère le plus saillant est tiré du nombre des faisceaux :

» 1° La tige de la germination possède d'une façon constante, à tous ses entre-nœuds, six faisceaux, trois grands et trois petits, alternant régulièrement.

» 2° La tige issue d'un rhizome possède à ses entre-nœuds inférieurs des faisceaux en nombre variable, de dix à quinze, très irréguliers comme taille et disposition; peu à peu leur distribution se régularise et vers le sixième entre-nœud on trouve huit faisceaux, quatre grands et quatre petits alternant régulièrement; la disposition reste alors constante dans les entre-nœuds suivants.

» 3° La tige issue d'une racine possède à ses entre-nœuds inférieurs sept faisceaux; mais à partir du troisième entre-nœud ce nombre tombe à six comme dans la tige primordiale et la disposition des faisceaux reste dès lors constante. Donc, en résumé, le Géranium sanguin présente un polymorphisme très net dans ses tiges.

» La tige issue d'une racine rappelle la tige primordiale par son port, ses feuilles alternes, la disposition des faisceaux; elle s'en distingue par la différenciation du limbe de la feuille poussée aussi loin que dans les tiges issues d'un rhizome; ces dernières constituent le mode normal de multiplication de la plante et se distinguent par une structure plus compliquée; elles sont caractérisées par leurs feuilles opposées, leurs entre-nœuds allongés et la présence de huit faisceaux.

» Les diverses espèces où la tige radicale ne se développe qu'accidentellement présentent des analogies du même ordre. »

GÉOLOGIE. — *Les basaltes miocènes des environs de Clermont.* Note de M. **J. Giraud**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans le Massif Central, les éruptions miocènes semblaient limitées au Cantal, au Velay, aux Coirons et à quelques rares localités du département du Puy-de-Dôme. Les recherches que je poursuis sur l'Oligocène de la Limagne m'ont conduit à étendre beaucoup l'aire et l'importance de ces phénomènes volcaniques anciens, dont la généralité a été indiquée récemment par M. Boule (*Livret-Guide du Congrès Géologique international à Paris*). Les environs de Clermont en présentent de très beaux exemples.

» Au nord de cette ville, la plaine de la Limagne est séparée du soubassement granitique de la chaîne des Puys par une série de plateaux de 100^m à 150^m de hauteur : les Côtes, Chânturgue, le puy de Var, Chateaugay, qui semblent les restes d'un massif unique découpé par les érosions et les mouvements du sol. Ils sont tous formés par des couches oligocènes surmontées par des nappes basaltiques. Les assises oligocènes, d'origine lacustre, sont des calcaires marneux et des marnes à Cypris et *Nystia plicata* qui s'élèvent jusqu'aux deux tiers de la hauteur. Entre ces marnes et le basalte se développe une curieuse formation de sables dont l'épaisseur varie de

20ᵐ à 70ᵐ. Ces sables, un peu argileux, rappelant certaines arènes granitiques, renferment une très grande quantité de fragments de feldspath blanc qui permettent d'en suivre les affleurements avec la plus grande facilité. En l'absence de fossiles, on les avait rapportés avec doute au Miocène supérieur. Or, si l'on étudie ces sables feldspathiques à l'extrémité méridionale du plateau des Côtes, on voit leur puissance augmenter et des lentilles de calcaire concrétionné à phryganes s'intercaler vers leur base. Les tubes de phryganes sont formés par l'agglutination de très nombreuses coquilles d'*Hydrobia Dubuissoni*. Ces sables, qui surmontent les marnes à Cypris sans aucun ravinement, comme on peut s'en assurer au puy Chany, au sud des Côtes, ont commencé au Stampien et ils ont continué à se déposer jusqu'à la fin de l'Oligocène. Ils sont rubéfiés à la partie supérieure, près du basalte, dont ils ne sont séparés que par quelques centimètres de produits volcaniques altérés. La conservation de sédiments aussi meubles n'a pu être assurée que par la protection du manteau basaltique dont l'épanchement a dû suivre de très près le dépôt des sables; on est ainsi conduit à attribuer ces basaltes aux derniers temps de l'Oligocène ou à l'aurore du Miocène inférieur.

» Cette attribution se trouve confirmée par l'examen de Chanturgue et du puy du Var.

» Là, en effet, les sables feldspathiques et la nappe basaltique sont surmontés par de nouveaux sables protégés par une seconde coulée de basalte. Ces sables supérieurs présentent des caractères très spéciaux. Au milieu de grains quartzeux, à stratification fluviatile, se trouvent de nombreux petits galets de quartz, de calcaire siliceux jaune foncé, de silex bruns ou jaunes entourés d'une patine rouge ou de couleur chocolat. M. Boule, qui a bien voulu venir vérifier ces faits sur place, a attiré mon attention sur la ressemblance frappante entre ces galets et les *chailles* à fossiles jurassiques, si caractéristiques du Miocène supérieur du Cantal et du Velay. J'ai pu, en effet, y trouver quelques débris de fossiles marins (Avicules).

» Les basaltes inférieurs du puy de Var et de Chanturgue, qui reposent sur les sables feldspathiques, appartiennent à la nappe volcanique des Côtes. Mais une faille a coupé la coulée, primitivement continue, et abaissé sa partie septentrionale d'environ 50ᵐ, isolant les masses de Chânturgue et de Var. Cette faille se manifeste très nettement par l'accolement des sables supérieurs à chailles du puy de Var contre les marnes à Nysties des Côtes. Le basalte de Chateaugay a de même été dénivelé par plusieurs failles. Or, l'âge de l'épisode des grandes cassures du Miocène supérieur a été précisé par M. Boule dans le Velay : les sables et argiles à chailles de Monastier, desquels nous rapprochons les sables supérieurs du puy de Var, sont intéressés par les failles qui sont antérieures aux argiles et lignites de l'Aubépin à flore du Miocène supérieur et aux sables des Coirons, à faune de Pikermi. L'éruption des basaltes supérieurs de Chanturgue et du puy de Var s'est donc faite aussitôt après le dépôt des sables à chailles, dans les derniers temps du Miocène.

» En résumé, les basaltes des Côtes et de Châteaugay, les basaltes inférieurs de Chanturgue, du puy de Var et les petits lambeaux conservés au

nord de ce point jusqu'à Cébazat, appartiennent à une première période d'activité éruptive, non encore signalée dans le Plateau Central, et qui date du début du Miocène; les basaltes supérieurs de Chanturgue et du puy de Var se sont épanchés à la fin du Miocène supérieur.

» Le basalte supérieur de la célèbre colline de Gergovia présente les mêmes particularités que les précédents. Il repose sur des dépôts fossilifères à plantes et à coquilles fossiles. L'étude des plantes a conduit M. l'abbé Boulay à les rapprocher de la flore de la fin de l'Oligocène; c'est aussi le résultat que nous a fourni l'étude stratigraphique et paléontologique du gisement. Ce basalte, reposant sur des formations synchroniques des sables feldspathiques, date aussi de la première période d'activité éruptive. Les sables à chailles ont été enlevés par l'érosion sur les plateaux de Gergovia et de Châteaugay, mais on trouve encore à leur surface de nombreuses chailles, derniers témoins des dépôts du Miocène supérieur. Enfin, le basalte supérieur de la colline de Perrier, près d'Issoire, repose sur des sables avec silex à patine rougeâtre que M. Michel-Lévy a rangés dans le Miocène supérieur. La présence de chailles vient confirmer cette détermination et permet de les rapprocher de ceux du puy de Var; elle autorise, en outre, à comprendre le basalte de Perrier avec ceux du puy de Var et de Chanturgue dans les éruptions de la fin du Miocène supérieur. Nous nous proposons d'étendre prochainement ces conclusions à un certain nombre d'autres coulées basaltiques de la région. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Effets du travail de certains groupes musculaires sur d'autres groupes qui ne font aucun travail.* Note de Mlle **I. Ioteyko**, présentée par M. Marey.

« Dans une Communication parue dans les *Comptes rendus* (¹), MM. Kronecker et Cutter étudient les effets du travail de certains groupes musculaires sur d'autres groupes qui ne font aucun travail. Étant personnellement engagée dans cette voie de recherches déjà depuis un certain temps, je crois utile d'ajouter à la Note de MM. Kronecker et Cutter un court résumé historique et de discuter quelques-unes de leurs conclusions.

» Déjà, en 1858, Fechner et Weber (²) avaient vu que les effets de

(¹) *Comptes rendus* du 3 septembre 1900, t. CXXXI, p. 492.

(²) Fechner, *Beobachtungen, welche zu beweisen scheinen, dass durch die Uebung*

l'exercice d'un côté du corps se transmettaient au membre situé symétriquement du côté opposé. Parmi les auteurs modernes, Ch. Féré ([1]), en 1887, et Patrizi ([2]), en 1893, ont fait des expériences analogues. Ainsi, Ch. Féré a montré que l'exercice d'un membre autre que celui qu'il s'agit d'explorer produit des effets dynamogènes. En même temps, on constate une exagération de la sensibilité. Cet effet dynamogène est d'ailleurs commun à toutes les excitations. D'autre part, l'action dépressive d'un travail excessif poussé jusqu'à la fatigue ressort clairement des expériences de Mosso et de ses élèves : ils constatèrent une diminution notable de la force ergographique après des marches forcées.

» Il est donc nettement établi que l'exercice modéré des centres psychomoteurs produit une action dynamogène qui tend à se généraliser, et que l'état d'excitation d'un centre peut retentir sur d'autres centres, soit sur ceux du même hémisphère, soit sur ceux du côté opposé. L'épuisement d'un centre produit, au contraire, une action dépressive généralisée.

» Dans plusieurs publications, dont une Note parue il y a huit mois dans les *Comptes rendus* ([3]), j'ai confirmé ces résultats par des expériences nombreuses et variées et j'ai établi en outre la distinction entre deux *types sensitivo-moteurs* en prenant pour mesure l'accomplissement d'un travail qui, déprimant pour certains sujets, est excitant pour les autres. Ce travail limite est celui qu'on accomplit à l'ergographe de Mosso. Suivant les sujets, il détermine tantôt des phénomènes dynamogènes (*type dynamogène*) se traduisant par un accroissement de l'énergie musculaire du membre qui n'a pas participé au travail ergographique et par une exaltation de la sensibilité, tantôt des effets inhibitoires (*type inhibitoire*) se traduisant par

---

der Glieder der einen Seite die der andern zugleich mitgeübt werden (*Berichte d. Sächs. Ges. Wiss. Mat.-phys. Cl.* 1858).

([1]) Ch. Féré, *Sensation et mouvement*, Paris, 1887.

([2]) Patrizi, *La simultanéité et la succession des impulsions volontaires symétriques* (*Arch. ital. de Biologie*, XIX, 1893).

([3]) *Voir* I. Ioteyko, *L'effort nerveux et la fatigue* (*Arch. de Biologie*, XVI, p. 479-555; 1899). — *La résistance à la fatigue des centres psycho-moteurs de l'homme* (*Bull. de la Soc. roy. des Sciences méd. et nat. de Bruxelles*, séance du 8 janvier 1900). — *Le quotient de la fatigue* (*Comptes rendus*, vol. CXXX, p. 527; 1900). — *Distribution de la fatigue dans les organes centraux et périphériques* (*IVe Congrès de Psychologie*, Paris, août 1900 et *IXe Congrès des médecins et naturalistes olonais*, Cracovie, juillet 1900).

une diminution de l'énergie musculaire et par un émoussement de la sensibilité.

» Les expériences de MM. Kronecker et Cutter, qui montrent que des ascensions de courte durée augmentent la force du biceps du bras, tandis que des ascensions de longue durée la diminuent, sont donc une nouvelle confirmation de la loi précédemment établie.

» Le fait une fois établi, on peut demander quel est son mécanisme. La supposition de MM. Kronecker et Cutter, à savoir que l'effet dynamogène du travail est probablement dû à un accroissement de la circulation du sang, est parfaitement plausible. On n'a qu'à regarder les beaux tracés pléthismographiques de Ch. Féré (*loc. cit.*, p. 10), démontrant les modifications du volume de l'avant-bras et de la main sous l'influence de mouvements du membre inférieur correspondant. Ces expériences, ainsi que celles de Mosso et de Fr. Franck, ont montré que le membre supérieur augmentait de volume par un afflux de sang plus considérable.

» En ce qui concerne l'action déprimante, MM. Kronecker et Cutter disent que le travail excessif semble verser dans le sang des substances nuisibles au fonctionnement musculaire. Que des substances nuisibles soient déversées dans le sang, cela paraît plus que probable, mais cela n'est pas indispensable pour constater les effets déprimants généralisés. J'ai montré que, chez certains sujets (type inhibitoire), le travail ergographique d'une main retentissait d'une manière inhibante sur la force dynamométrique de la main du côté opposé. Cette action déprimante ne saurait être attribuée à une intoxication par les déchets de la contraction musculaire, vu le poids insignifiant des muscles qui ont travaillé (fléchisseurs) par rapport à la masse totale du corps. Nous avons donc là affaire à une *fatigue propre* des centres nerveux volontaires dont le siège est nettement établi, mais dont l'origine reste inconnue. Il se pourrait, toutefois, qu'ici encore on puisse recourir à une explication vaso-motrice. J'ai émis comme très probable l'idée (*Arch. de Biologie*, t. XVI, p. 504; 1899) que la fatigue des centres psycho-moteurs, qui diminue l'énergie du système nerveux et se traduit par une dépression de la force dynamométrique et par un émoussement de la sensibilité, s'accompagne d'une diminution de l'afflux sanguin dans les organes. Les effets vaso-moteurs seraient dus, soit à une excitation, soit à une inhibition (suivant les cas) des centres nerveux correspondant, qui subiraient la répercussion de l'état d'excitation ou de fatigue du centre psycho-moteur. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variation saisonnière de la température à diverses hauteurs dans l'atmosphère libre.* Note de M. **Léon Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note présentée à l'Académie en août 1899, j'ai indiqué les résultats principaux fournis par la première série méthodique de sondages aériens faits au moyen de ballons-sondes; depuis cette époque, nos lancers ont continué avec régularité à l'Observatoire de Météorologie dynamique, et nous possédons aujourd'hui les dépouillements de plus de 240 ascensions de ballons-sondes, réparties sur les années 1898, 1899 et 1900. Ces documents, groupés par mois, prouvent d'une façon positive (ainsi que je l'avais indiqué dans ma première Note) que :

» 1° *La température dans l'atmosphère libre éprouve dans le cours de l'année une variation saisonnière très sensible au moins jusqu'à l'altitude de* $10\,000^{m}$;

» 2° *L'amplitude de la variation de la température suivant les saisons diminue quand la hauteur augmente.*

» Pour les moyennes mensuelles considérées, elle a été de 17 degrés auprès du sol, de 14°,6 à 5^{km} et de 12° à 10^{km}.

» Les résultats s'écartent beaucoup de l'opinion admise jusqu'à ces dernières années, ce qui tient à ce qu'on ne possédait, avant notre série, que quelques observations isolées de la température à de grandes hauteurs.

» Bien que, depuis la publication de notre première Note, les idées se soient modifiées, comme on peut le voir dans divers travaux, dont plusieurs très importants parus récemment, je crois qu'il n'est pas inutile, pour dissiper toute espèce de doute, de mettre sous les yeux de l'Académie les courbes représentant l'altitude de diverses isothermes dans les différents mois de 1898, 1899 et 1900.

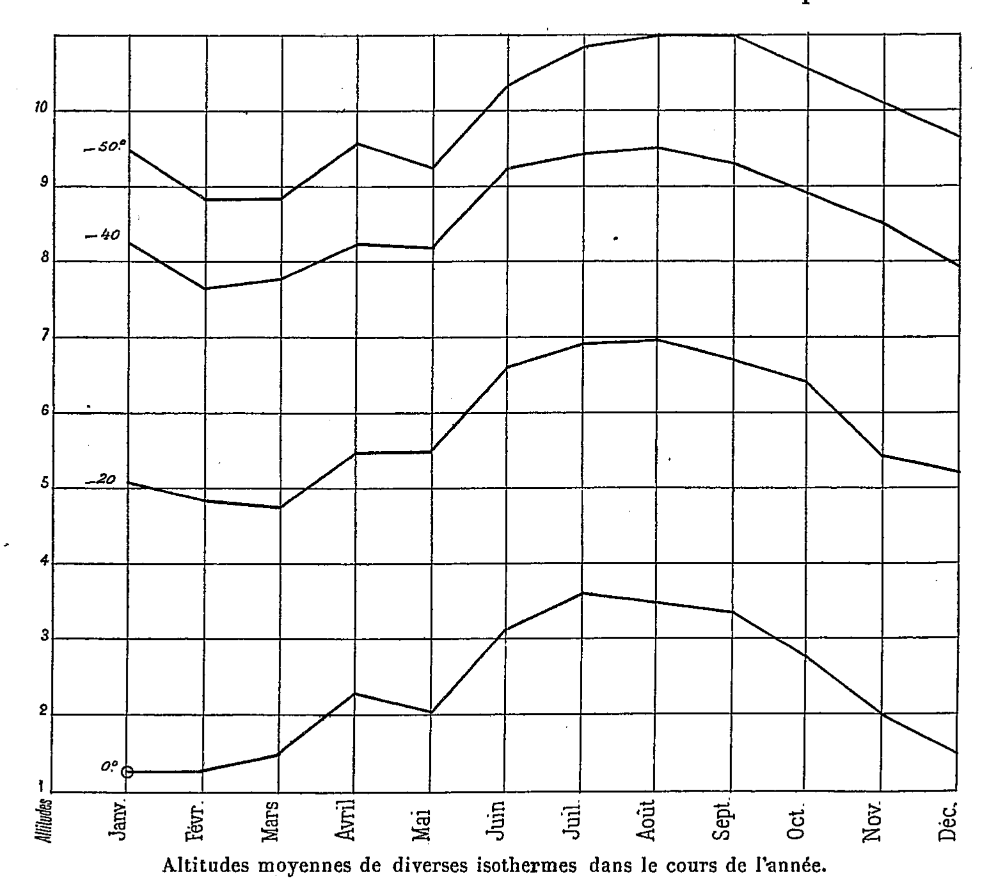
» Nous donnons aussi le Tableau de la température pour les divers mois à différents niveaux :

Moyennes des températures rencontrées par les ballons.

Température	Déc.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.
au sol.......	0,9	5,4	1,0	0,9	5,3	7,0	14,2	15,7	17,8	13,4	10,2	3,8
à $5\,000^{m}$....	−18,9	−15,3	−21,8	−20,9	−18,4	−16,8	− 8,8	− 8,7	− 7,2	− 9,7	−11,0	−12,8
à $10\,000^{m}$....	−52,4	−47,6	−53,4	−53,7	−49,3	−51,3	−45,3	−44,5	−41,8	−47,9	−45,1	−45,2

» On peut remarquer sur ces courbes que la température moyenne de zéro se trouve vers 1200^{m} à la fin de la saison froide et remonte à 3600^{m} en été. La moyenne de l'altitude de cette isotherme dans le cours de

l'année est d'environ 2750^m, chiffre très voisin de celui qui est donné pour la hauteur des neiges permanentes dans les Alpes. L'isotherme moyenne de — 50 s'abaisse jusqu'à 8800^m (8700^m en 1899, 8700^m en 1900) à la fin de l'hiver, et dépasse 11000^m en été (11400^m en 1899, 11100^m en 1900). La distance verticale entre les surfaces isothermes ne reste pas constante



Altitudes moyennes de diverses isothermes dans le cours de l'année.

pendant toute l'année, ce qui tient à ce que la variation annuelle est un peu plus grande dans les couches inférieures. La décroissance de température étant plus rapide dans les couches élevées, le changement de hauteur n'est pas non plus le même au cours de l'année pour les isothermes dans les régions basses et dans les régions supérieures, même à égalité d'amplitude.

» Le maximum et le minimum thermique moyens se produisent plus tard en haut que dans les couches inférieures; ce retard est surtout très sensible pour le minimum, qui a lieu seulement à la fin de l'hiver. Une série plus

longue permettra seule de préciser les conditions de ces retards, mais je dois dès à présent appeler l'attention sur la température relativement basse du mois de mai. Cette température paraît due surtout aux résultats des ascensions faites vers le milieu du mois, c'est-à-dire à l'époque du refroidissement périodique bien connu sous le nom de froid des *saints de glace*. Chose remarquable, l'inflexion est aussi marquée sur l'isotherme de — 50 que sur celle de 0, ce qui montre que l'abaissement de température n'est pas limité aux couches voisines du sol [1]. Ce fait, dont on retrouve aussi la trace dans les observations incomplètes de 1898, tend à confirmer l'opinion des savants comme Ch. Sainte-Claire Deville qui ont cherché à rattacher le refroidissement de l'air en mai à une cause générale. »

M. É. **Guarini** adresse une « expérience de Télégraphie sans fil avec translateur ».

(Renvoi à la Commission nommée.)

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 22 octobre 1900.)

Note de M. *A. Ponsot*, Lois et modules. Modules thermochimiques :

Page 673, ligne 4 en remontant, *au lieu de*

$$\frac{\partial S}{\partial a} = -T\frac{\partial}{\partial T}\frac{\partial \Phi}{\partial a}, \qquad \textit{lisez} \qquad \frac{\partial S}{\partial a} = -\frac{\partial}{\partial T}\frac{\partial \Phi}{\partial a}.$$

(1) M. Hergesell, à propos d'un cas particulier, l'ascension internationale du 13 mai 1897, a déjà fait remarquer que les températures basses s'étaient produites non seulement près du sol, mais encore dans les couches élevées de l'atmosphère (*Met. Zeitschrift*, janvier 1900).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 DÉCEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, prenant la parole à propos de l'annonce de la mort de notre regretté Correspondant M. *Ollier*, s'exprime comme il suit :

« L'annonce de la mort de notre illustre Correspondant, M. le professeur Ollier, ne m'est parvenue lundi dernier qu'après notre séance publique. Je n'ai pu la faire connaître qu'au Comité secret. Je tiens à dire aujourd'hui, en séance publique, combien l'Académie se sent touchée par la perte de cet éminent chirurgien, l'un des maîtres de la Science contemporaine et l'un de ses maîtres les plus bienfaisants. On sait, en effet, que le but suprême visé par Ollier, soit comme physiologiste expérimental, soit comme clinicien, a été le développement de plus en plus grand de la Chirurgie conservatrice. C'est à ce but qu'ont tendu ses travaux si nom-

breux et si variés, poursuivis pendant près d'un demi-siècle, sur la régénération des os et de leurs surfaces articulaires.

» Un si noble effort ne pouvait pas rester infructueux. Il a été couronné de succès et il assure au professeur Ollier, non seulement un nom glorieux dans la Science, mais aussi une place parmi les bienfaiteurs de l'humanité. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de Sir *Joseph Hooker* comme Associé étranger, en remplacement de M. Bunsen, décédé.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Haller* comme Membre de l'Académie, dans la Section de Chimie.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. **Haller**, sur l'invitation de M. le Président, prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du carbure de samarium.* Note de **M. Henri Moissan.**

« L'oxyde de samarium, Sa^2O^3, de couleur blanche, que nous avons utilisé dans ces recherches, nous a été remis, d'une part par M. Demarçay, et d'autre part par MM. Chenal et Douilhet auxquels nous adressons tous nos remercîments.

» *Préparation du carbure de samarium.* — Nous avons fait un mélange de 200^{gr} d'oxyde de samarium Sa^2O^3, et de 20^{gr} de charbon de sucre réduit en poudre fine que l'on agglomère par pression. En employant le dispositif que nous avons décrit précédemment, on obtient au four électrique, après une chauffe de quatre minutes, avec un courant de 900 ampères sous 45 volts, un culot de carbure fondu de 150^{gr}.

» *Propriétes.* — Le carbure de samarium possède un éclat plus métallique que les carbures de néodyme et de praséodyme. De petits fragments, examinés au microscope, étaient transparents, colorés en jaune, et quelques parcelles présentaient des fragments hexagonaux bien nets. Sa densité était de 5,86.

» Ce composé est irréductible par l'hydrogène à 1000°. Légèrement chauffé, il devient incandescent dans un courant de fluor ou de chlore, en produisant les composés correspondants. Le brome et l'iode l'attaquent vers le rouge sombre.

» Dans un courant d'oxygène à 400°, il brûle complètement, s'il est en fragments assez petits, en laissant un oxyde d'un blanc jaunâtre. Le soufre l'attaque de même, mais à une température beaucoup plus élevée.

» Ce carbure est décomposable par l'eau froide, comme les carbures métalliques de la même série, que nous avons déjà décrits. Il fournit alors des carbures liquides et solides, et un dégagement gazeux qui nous a donné à l'analyse les chiffres suivants :

	1.	2.
Acétylène	70,1	71,2
Carbures éthyléniques	7,6	8,1
Hydrogène et carbures forméniques	22,3	20,7

» Les carbures d'hydrogène dégagés par le carbure de samarium au contact de l'eau, présentent comme composition une grande analogie avec les gaz fournis par le carbure d'yttrium. Ce dernier produisait, en effet, 71,7 à 71,8 d'acétylène, tandis que le carbure de cérium en donnait de 78,47 à 80 pour 100.

» Les acides, tels que l'acide sulfurique bouillant, sont réduits par le carbure de samarium; lorsque ces acides contiennent de l'eau, la décomposition est d'autant plus violente que la quantité d'eau est plus grande.

» L'hydrogène sulfuré attaque au rouge le carbure de samarium sans incandescence et avec formation de sulfure.

» Le gaz acide chlorhydrique réagit sur ce carbure au rouge sombre, l'incandescence est très vive. Le produit noir qui en résulte occupe, après la réaction, un volume beaucoup plus grand que le carbure primitif. Cette substance, jetée dans l'eau froide, donne une solution incolore et un précipité d'oxyde sans dégagement gazeux.

» *Analyse.* — L'analyse du carbure de samarium a été faite par les mêmes procé-

dés que celle des carbures de néodyme et de praséodyme; elle nous a donné les résultats suivants [1] :

Pour 100.	1.	2.	3.	4.	Théorie pour SaC^2.
Samarium............	85,80	85,90	85,98	86,65	86,20
Carbone.............	13,50	13,46	»	»	13,79

» *Conclusions.* — L'oxyde de samarium fournit facilement, en présence du carbone et à la température du four électrique, un carbure cristallisé de formule SaC^2 dont la composition est comparable à celle des carbures de cérium, de lanthane, de néodyme et de praséodyme. Ce carbure décompose l'eau froide comme les carbures alcalino-terreux, en fournissant un mélange complexe d'hydrocarbures, très riche en acétylène.

» La décomposition par l'eau du carbure de samarium rapproche bien le métal de l'yttrium et l'éloigne du groupe des terres rares du cérium. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1900 b (Borrelly-Brooks) faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par MM. **G. Rayet** et **A. Féraud**.

Comète 1900 *b*.

Dates. 1900.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	Δ℗ comète.	Observateurs.
		h m s	m s		
Sept. 13........	1	21.48.53,13	−10.33,55	+4.10,35	A. Féraud
29........	2	23.52.17,06	− 3.13,16	+2.59,29	G. Rayet
Oct. 3........	3	22.59.16,00	− 0.24,08	−1.56,73	G. Rayet
15........	4	22.12.30,25	− 5.28,45	+0.45,53	G. Rayet
17........	5	22.43.11,80	+ 4.50,06	−4.20,10	G. Rayet
19........	6	21.43.28,21	− 2. 7,46	−6.17,85	G. Rayet
23........	7	0.37.40,85	− 2. 7,19	+3.59,15	G. Rayet
24........	8	23.21. 7,54	− 0.44,90	+5.58,55	G. Rayet
25........	9	22.52.44,32	− 5.38,07	−1.18,56	G. Rayet

[1] Nous avons pris 150 comme poids atomique du samarium.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1900,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1...	A.-G.-Z. Kazan, 2454	14ʰ. 4ᵐ. 8ˢ,86	−3ˢ,84	14°.57′.10″,0	+1″,85
2...	½[B.-B., VI. + 69°-754. — A.-G.-Z, Christiania 2216]	14.29.50,44	−2,51	20.49.47,9	+2,86
3...	D.-M., + 68°-792 (*gr.* 9,2)	14.33.17	−2,35	21.51	+3,28
4...	2.-H. Petite Ourse. — Newcomb, Cat. fond., 951	14.55.59,55	−2,33	23.40. 9,9	+4,01
5...	⅓[Groombridge, 2165. — Rad_1, 3284. — A.-G.-Z., Christiania 2215]	14.48.36,09	−2,27	23.56.35,1	+5,76
6...	⅙ [Fédor. 2569. — Groomb., 2181. — Rad_1, 3312. — Paris, 18594. — A.G.Z. Christiania, 2235]	14.58.23,76	−2,31	24. 7.40,9	+4,95
7...	½[$A.-O_1$, 15143. — A. G. Z. Christiania, 2252]	15. 4.22,96	−2,41	24.10.41,2	+5,43
8...	½[$A.-O_1$, 15143. — A. G. Z. Christiania, 2252]	15. 4.22,96	−2,42	24.10.41,2	+5,74
9...	A. G. Z. Christiania, 2249	15.10.42,00	−2,44	24.19.26,5	+5,08

Positions apparentes de la comète 1900.*b*.

Dates. 1900.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Sept. 13	10ʰ.19ᵐ. 6ˢ,1	13ʰ.53ᵐ.31ˢ,47	+0,154	15°. 1′.22″,2	−0,660
29	11.19.15,3	14.26.34,77	$+\bar{1}$,868	20.52.50,1	−0,836
Oct. 3	10.10.39,3	14.32.51	$+\bar{1}$,960	21.49	−0,765
15	8.36.50,3	14.50.28,77	$+\bar{1}$,993	23.40.59,4	−0,657
17	8.59.35,0	14.53.23,88	$+\bar{1}$,966	23.52.20,8	−0,716
19	7.52. 9,4	14.56.13,99	$+\bar{1}$,955	24. 1.28,0	−0,572
23	10.30. 9,9	15. 2.13,36	$+\bar{1}$,782	24.14.45,8	−0,859
24	9. 9.53,2	15. 3.35,64	$+\bar{1}$,928	24.16.45,5	−0,766
25	8.37.38,7	15. 5. 1,49	$+\bar{1}$,961	24.18.13,0	−0,715

» Si le beau temps l'avait permis, la comète aurait pu être observée encore pendant une semaine.

» Le 25 octobre, la comète avait encore une très faible queue dirigée dans le sens du méridien et le noyau était toujours légèrement allongé. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les changements de la température solaire et les variations de la pluie dans les régions qui entourent l'océan Indien.* Note de MM. **Norman Lockyer** et **W.-J.-S. Lockyer**, transmise par M. Janssen.

« Ayant constaté que les phénomènes anormaux que présentent, depuis 1894, les raies dilatées des taches solaires coïncident avec les irrégularités de la pluie dans l'Inde, nous avons été conduits à étudier une série de faits dont la corrélation semble pouvoir éclaircir le sujet.

» Des recherches faites dans ce but nous pouvons, dès maintenant, déduire les conclusions suivantes :

» 1° La discussion de l'origine chimique des raies des taches solaires, qui présentent un maximum de dilatation aux maxima et minima solaires, a fait constater que la température solaire s'élève considérablement au-dessus de la moyenne dans les années des maxima, et qu'elle tombe considérablement au-dessous dans les années des minima.

» 2° Les pluies tombées de 1877 à 1886 dans l'Inde (durant la S.-W. mousson) et à Mauritius, enregistrées par Blanford et Meldrum, indiquent que les effets de ces variations solaires se font sentir dans l'Inde au maximum des taches et à Mauritius au minimum. L'effet senti à Mauritius au minimum est le plus considérable; l'oscillation qui se produit à Mauritius au minimum est sentie également dans l'Inde, où elle produit généralement un maximum secondaire (1).

» 3° Le commencement des deux périodes de pluie dans l'Inde et à Mauritius coïncide avec des changements soudains et remarquables des raies dilatées.

» 4° L'étude des rapports de la Commission de la famine apprend que toutes les famines qui ont dévasté l'Inde dans ce dernier demi-siècle, car nous ne sommes pas allés plus loin, se sont produites dans les intervalles entre ces deux périodes.

» 5° En étudiant les variations : 1° des raies dilatées; 2° des pluies dans l'Inde; 3° des pluies à Mauritius durant et après le dernier maximum de

(1) Nous avons choisi la période 1877 à 1886, parce que, d'un côté, les observations des raies dilatées n'ont commencé à Kensington qu'en 1879 et que, d'un autre côté, les statistiques des pluies indiennes ne vont qu'à 1886.

1893, on constate que ces variations diffèrent considérablement de celles qui se sont produites chez les trois facteurs durant et après le minimum de 1883.

» Il est à noter que le minimum de 1888-1889 ressemblait au minimum précédent de 1878-1879.

» 6° L'étude des statistiques du Nil de l'année 1849 à 1878 fait voir que les étiages les plus bas du Nil se sont tous produits dans les mêmes intervalles.

» 7° Nous n'avons pas encore étendu nos recherches aux rapports entre ces intervalles et les sécheresses de l'Australie et des colonies sud-africaines, ni aux pluies des régions non tropicales. Nous avons pourtant constaté une connexion générale entre ces intervalles et les pluies en Écosse (Buchan) et nous avons relevé les deux périodes dans les pluies de Cordou (Davis) et du cap de Bonne-Espérance.

» 8° Ayant eu l'occasion de montrer ces conclusions à M. John Eliot, directeur général des observatoires de l'Inde, rapporteur météorologique auprès du gouvernement de l'Inde, il nous a permis de dire qu'il est d'avis que ces conclusions s'accordent exactement avec tous les faits connus relatifs aux grandes anomalies de la température, de la pression, de la pluie enregistrées dans l'Inde durant ce dernier quart de siècle, et que les inductions qui en découlent seront très utiles pour la prédiction des sécheresses futures dans l'Inde. »

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Nouvelles recherches comparatives sur les produits de combustion de divers appareils d'éclairage.* Note de M. N. GRÉHANT [1].

« J'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, le 9 juillet 1894, un Mémoire intitulé : *Recherches comparatives sur les produits de combustion du gaz de l'éclairage fourni par un bec d'Argand et par un bec Auer.* A la demande de M. Marey, j'ai repris ces recherches et je leur ai donné plus d'extension.

» Je me suis servi d'un dispositif permettant un entraînement plus régulier des produits de la combustion, que j'analyse directement ou que je fais

---

[1] Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

respirer à un animal. Mon appareil est représenté par un dessin qui montre le cylindre métallique enveloppant la source de lumière, le réfrigérant à air ou à eau, le gazomètre à rainure qui reçoit le mélange des produits de la combustion et de l'air entraîné, le tuyau d'échappement, les soupapes hydrauliques et la muselière, qui permettent à un animal de respirer le mélange gazeux.

» Pour la recherche et le dosage de l'oxyde de carbone, j'ai employé deux procédés : 1° mon procédé physiologique avec le grisoumètre, qui m'a déjà rendu tant de services et qui peut déceler la faible proportion de $\frac{1}{100000}$ d'oxyde de carbone ; 2° un procédé chimique très sensible, la combustion de l'oxyde de carbone par l'acide iodique sec, procédé qui a été décrit complètement par mon élève le Dr Nicloux dans les *Annales de Chimie et de Physique* en août 1898.

» Voici le résumé des résultats que j'ai obtenus, en expérimentant sur les becs Auer, sur les lampes à pétrole et sur les bougies.

» *a*. Trois becs Auer nouveaux, bien allumés, sont introduits dans le cylindre ; on attend une demi-heure pour que les produits de la combustion remplissent tout l'appareil ; on fait respirer un chien dans le gazomètre, après avoir pris un échantillon de sang normal, on extrait les gaz du sang additionné d'acide phosphorique (Professeur Mislawski) et l'on mesure la réduction au grisoumètre due au gaz combustible du sang. L'extraction des gaz du sang, après deux heures de respiration, et l'analyse de ces gaz, a donné une réduction grisoumétrique plus forte ; en appliquant le tableau des résultats que j'ai publiés le 8 novembre 1897 dans les *Comptes rendus*, j'ai trouvé que les gaz respirés par l'animal contenaient la faible proportion de $\frac{1}{17700}$ d'oxyde de carbone ; le dosage par l'acide iodique a donné le chiffre $\frac{1}{19600}$, peu différent du précédent.

» D'autre part, je dose par les procédés connus l'acide carbonique et l'oxygène dans le gaz qui circule dans tout l'appareil, et je trouve, à la partie inférieure du tuyau, sur 100^{cc}, $12^{cc},3$ d'oxygène, $3^{cc},7$ d'acide carbonique et 84^{cc} d'azote ; l'animal respirait de l'air fortement vicié, riche en acide carbonique et pauvre en oxygène. 100^{cc} de gaz renfermaient $3^{cc},7$ d'acide carbonique, tandis que 17700^{cc} contenaient 1^{cc} d'oxyde de carbone ; le rapport de l'acide carbonique à l'oxyde de carbone était égal à 655.

» *b*. Trois lampes à pétrole ont été placées dans le cylindre ; après une heure de combustion, j'ai fait respirer par un chien les gaz qui renfermaient, sur 100^{cc}, $3^{cc},5$ d'acide carbonique et $14^{cc},2$ d'oxygène ; trois prises de sang ont été faites : 20^{cc} de sang normal, 20^{cc} de sang après une heure, 20^{cc} de sang après deux heures de respiration ; le dosage de l'oxyde de carbone par l'acide iodique dans les gaz extraits du sang a donné $0^{cc},1$; $0^{cc},46$; 1^{cc} ; ce qui fait $0^{cc},36$ et $0^{cc},9$ pour la seconde et pour la troisième prise, chiffres qui correspondent à $\frac{1}{36600}$ et $\frac{1}{29300}$ d'oxyde de carbone dans les produits de la combustion des lampes à pétrole. Le rapport de l'acide carbonique à l'oxyde de carbone est égal à 1025.

» *c*. Sept bougies ont été allumées dans le cylindre. Une heure après, on fit l'analyse du gaz qui circulait dans le gazomètre : 10^{cc} renfermaient $2^{cc},8$ d'acide carbonique et 16^{cc} d'oxygène. A l'aide d'une cloche graduée pleine d'eau, 1500^{cc} de gaz ont été aspirés; ils renfermaient une proportion d'oxyde de carbone dosé par l'acide iodique égale à $\frac{1}{57500}$. Le rapport de l'acide carbonique à l'oxyde de carbone est égal à 1610.

» Remarque. — Je me propose de continuer ces recherches sur d'autres appareils d'éclairage ou de chauffage, mais je tiens, en terminant cette Communication, à signaler un résultat qui me paraît intéressant.

» J'ai introduit dans le premier cylindre un réchaud à gaz allumé, qui a chauffé fortement les parois métalliques et le couvercle, et j'ai maintenu la combustion pendant une heure; la température des gaz dans le cylindre s'est élevée à plus de 360°, point d'ébullition du mercure, tandis que, dans le gazomètre, la température n'a varié que de 11° à 27°.

» Ainsi, le réfrigérant de cuivre, qui n'était traversé que par l'air de la salle, et le rayonnement du gazomètre, ont suffi pour abaisser de 360° à 27° la température des produits de la combustion, de sorte que presque toute la chaleur dégagée s'est répandue dans la salle; cependant les gaz circulaient dans l'appareil, car une flamme présentée au sommet du tuyau s'éteignait aussitôt. En outre, l'analyse a montré que 100^{cc} de gaz renfermaient 11^{cc} d'oxygène et 5^{cc} d'acide carbonique.

» Un dispositif analogue pourrait être utilisé pour le chauffage des appartements. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Cornu* et *Sarrau* sont nommés du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pour l'année scolaire 1900-1901, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui désigner deux candidats pour une place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes (Section de Marine), devenue vacante par suite du décès de M. le capitaine de vaisseau *de Bernardières*.

(Renvoi à une Commission composée des Sections d'Astronomie, de Géométrie, et de Géographie et Navigation.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces isothermiques.* Note de M. A. THYBAUT.

« Dans sa Communication du 19 novembre dernier, M. Servant ayant énoncé une proposition qui figurait dans un Mémoire que je publierai bientôt, je crois devoir dès maintenant indiquer quelques résultats contenus dans ce Mémoire.

» On peut établir par la Géométrie le théorème suivant :

» *La condition nécessaire et suffisante pour que les deux nappes de l'enveloppe d'une sphère variable dépendant de deux paramètres se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits est que les deux points de contact* M *et* M′ *de chaque sphère avec son enveloppe soient conjugués harmoniques par rapport aux points focaux, supposés distincts, de la droite* MM′.

» Le théorème est encore applicable dans le cas où les deux surfaces (M) et (M′) se correspondent par plans tangents parallèles, à condition que (M) et (M′) ne soient pas des surfaces minima.

» On déduit facilement de cette proposition que, dans les deux modes de correspondance, les surfaces (M) et (M′) sont isothermiques, et l'on retrouve ainsi des propositions de M. Christoffel et de M. Darboux.

» Appliquons le théorème précédent à une enveloppe particulière de sphères dépendant de deux paramètres. Supposons que les normales aux deux nappes en deux points correspondants soient toujours dans un plan passant par un point fixe O. *Les deux surfaces sont alors les deux nappes de l'enveloppe d'une sphère variable coupant une sphère fixe* (S) *de centre* O *sous un angle constant;* nous dirons, pour abréger, qu'elles constituent les deux nappes d'une *enveloppe* E. Deux surfaces parallèles ou leurs inverses par rapport à O correspondent aux cas limites où l'angle constant est infini et le rayon de la sphère fixe infini ou nul.

» *Les cercles* (γ) *normaux aux deux surfaces en deux points correspondants sont orthogonaux à la sphère fixe* (S), *ils forment un système cyclique. Deux surfaces quelconques normales aux cercles constituent les deux nappes d'une enveloppe* E; soit h l'angle constant correspondant. *Si on laisse fixe l'une des deux surfaces et si l'on fait varier h, la seconde surface coïncide successivement avec toutes les surfaces normales aux cercles* (γ).

» Prenons pour origine le centre O de la sphère fixe (S) que nous supposerons de rayon 1. Désignons par p la distance du point O au plan tangent en M à la surface (M), par q le demi-carré de OM, par ρ et ρ_1 les rayons de courbure de (M). Les éléments correspondants de la seconde

nappe (M′) seront représentés par p', q', ρ', ρ'_1. On établit les relations

$$\frac{p-\cos h}{q-\frac{1}{2}}=\frac{p'-\cos h}{q'-\frac{1}{2}}=\cos h+\frac{\sin^2 h}{\cos h}\,\frac{qq'-\frac{1}{4}}{\left(q-\frac{1}{2}\right)\left(q'-\frac{1}{2}\right)}.$$

» Introduisons, pour simplifier, un angle k lié à h par l'équation

$$2\cos h\cos k=\cos^2 h+1,$$

on trouve entre les rayons de courbure correspondants des deux nappes

$$-\sin^2 k=\left(p-\cos k-\frac{q-\frac{1}{2}}{\rho}\right)\left(p'-\cos k-\frac{q'-\frac{1}{2}}{\rho'}\right).$$

» Supposons maintenant que les deux nappes (M) et (M′) d'une enveloppe E se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits; on déduit de la proposition énoncée au début le théorème suivant :

» *Si la normale en* M *à l'une des nappes* (M) *d'une enveloppe* E *passe par le conjugué harmonique du point* M′ *par rapport aux centres de courbure correspondants de l'autre nappe* (M′) : 1° *la normale à* (M′) *possède la même propriété;* 2° *les deux surfaces sont isothermiques et se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits.*

» Les deux surfaces (M) et (M′) satisfont alors à la relation

(1) $$2\rho\rho_1(p-\cos k)-(\rho+\rho_1)\left(q-\tfrac{1}{2}\right)=0,$$

qui, lorsqu'on lui applique la transformation de M. Weingarten, fait connaître les surfaces applicables sur le paraboloïde; (M) et (M′) sont les deux surfaces isothermiques que j'ai associées, dans ma *Thèse de Doctorat*, à la déformation du paraboloïde.

» *Les cercles* (γ) *normaux à la sphère fixe* (S) *et à une surface isothermique* (M) *définie par la relation* (1) *sont normaux à l'autre nappe isothermique* (M′), *et, par suite, à deux autres surfaces isothermiques* (N) *et* (N′) *inverses de* (M) *et* (M′) *par rapport au point* O. Il résulte des propositions énoncées précédemment que *chacun des six couples de surfaces qu'on obtient en associant deux à deux les quatre surfaces* (M), (M′), (N), (N′) *constitue les deux nappes d'enveloppe* E.

» Les lignes de longueur nulle et les lignes de courbure se correspondant sur les quatre surfaces, le théorème précédent contient la proposition énoncée par M. Servant dans sa dernière Communication.

» M. Darboux a associé à chaque surface applicable sur une quadrique

huit surfaces isothermiques qui correspondent à chacune des huit génératrices isotropes de la quadrique; lorsque cette quadrique est un paraboloïde, on peut établir que les surfaces isothermiques (M), (M′), (N), (N′), définies précédemment, correspondent aux quatre génératrices isotropes du paraboloïde qui sont rejetées à l'infini. Lorsqu'on connaît ces quatre surfaces, qui satisfont à la relation (1), on obtient, par des quadratures, les quatre autres surfaces isothermiques correspondant aux génératrices isotropes à distance finie.

» La relation qui existe entre les coordonnées pentasphériques des deux surfaces (M) et (M′) est indiquée par la proposition suivante :

» *Chaque surface applicable sur le paraboloïde fait connaître une équation de Laplace de la forme*

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} = m\theta,$$

satisfaisant aux deux conditions suivantes : 1° *elle possède un groupe de cinq solutions dont la somme des carrés est nulle;* 2° *si l'on applique à l'équation la transformation de M. Moutard relative à l'une de ces cinq solutions* ω, *la somme des carrés des cinq fonctions correspondantes est nulle.* Il en résulte que l'équation transformée aura la même définition que la première.

» On peut considérer les deux groupes correspondants de cinq solutions comme les coordonnées pentasphériques de (M) et (M′). La solution ω est liée aux éléments géométriques des deux surfaces par les relations

$$\frac{1}{\omega^2} = (2q-1)\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho}\right) = -\sin^2 k : (2q'-1)\left(\frac{1}{\rho'_1} - \frac{1}{\rho'}\right).$$

» L'égalité des deux derniers membres exprime la *condition nécessaire et suffisante pour que les deux nappes d'une enveloppe* E *se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits.*

» Quelques-uns des résultats qui précèdent peuvent être généralisés. Désignons par a, b, c trois constantes quelconques et considérons les surfaces (Σ) définies par l'équation

$$(2) \qquad 2\rho\rho_1(p+a) - (\rho+\rho_1)(q+b) + c = 0,$$

dont l'intégration fait connaître les surfaces applicables sur une quadrique quelconque. On peut déduire facilement de chaque surface (Σ) trois autres surfaces satisfaisant à la même équation; ces quatre surfaces sont liées simplement aux huit surfaces isothermiques de M. Darboux.

» *Considérons, parmi les huit surfaces isothermiques, un couple de surfaces* (A) *et* (A′) *ayant la même représentation sphérique; si l'on mène par un point*

fixe un segment égal et parallèle au segment AA′ qui joint deux points correspondants, l'extrémité de ce segment décrit une surface (Σ) *satisfaisant à la relation* (2) *et ayant la même représentation sphérique que* (A) *et* (A′). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le minimum de certaines intégrales.* Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Picard.

« Lorsque l'on cherche à démontrer qu'une fonction $f(E)$ de certains éléments E atteint son minimum, par la méthode qui sert pour les fonctions continues de points, on est conduit aux deux opérations suivantes :

» I. Choisir une suite d'éléments $E_1, E_2, \ldots$ ayant un élément limite e, et tels que $f(E_1)$, $f(E_2)$, ... tendent vers la limite inférieure $mf(E)$ de $f(E)$.

» II. Démontrer que $f(e) = mf(E)$.

» Nous effectuerons l'opération I à l'aide d'une méthode que M. Hilbert a indiquée dans une Note des *Nouvelles Annales* (¹), Note qu'il avait déjà présentée en septembre 1899 au Congrès de Munich. M. Hilbert expose cette méthode sur deux exemples, puis il indique qu'elle peut s'appliquer à d'autres cas; c'est, en effet, par un procédé analogue à celui de M. Hilbert que j'ai pu aborder la recherche de la surface passant par un contour et dont l'aire est un minimum (²).

» J'énoncerai la remarque de M. Hilbert sous la forme suivante : Lorsque des fonctions f continues dans un domaine D ont leurs nombres dérivés, au sens de Dini, limités supérieurement en valeur absolue, il suffit de choisir une suite de fonctions f ayant des limites pour les points d'un ensemble dénombrable partout dense pour avoir une suite tendant uniformément vers une fonction limite.

» Pour effectuer l'équation II, il suffit de démontrer que, dès que E est assez voisin de e, on a, ε étant donné à l'avance,

$$f(e) < f(E) + \varepsilon.$$

La fonction $f(E)$ satisfait donc, pour $E = e$, à l'une des deux inégalités qui expriment que la fonction est continue. M. Baire dit qu'une telle fonction est égale à son minimum pour $E = e$.

(¹) Août 1900.

(²) *Comptes rendus*, 26 novembre 1899.

» Dans la suite, je considérerai les fonctions

$$f(C) = \int_C F(x, y, z)\, ds, \qquad f(S) = \int\int_S F(x, y, z)\, da.$$

La courbe C, la surface S satisfaisant à certaines conditions aux limites; $F(x, y, z)$ étant continue dans le domaine où varie C ou sur la surface S, si C est assujettie à rester sur S. C étant rectifiable, S quarrable, les fonctions $f(C)$, $f(S)$ sont partout égales à leur minimum, c'est-à-dire que, si C_i (ou S_i) tend uniformément vers C (ou S), $f(C)$ [ou $f(S)$] est au plus égal à la plus petite des limites de $f(C_i)$ [ou $f(S_i)$]. *Donc pour les fonctions* $f(C)$, $f(S)$, *il suffit d'effectuer l'opération* I.

» Prenons $f(C)$ et supposons, ce qui arrivera, par exemple, si $F > K > 0$, que $f(C_i)$ tende vers $mf(C)$, la longueur de C_i n'augmentant pas indéfiniment. On pourra exprimer les coordonnées des C_i en fonction de t $(0 < t < 1)$ à l'aide de fonctions ayant des nombres dérivés limités supérieurement. De ce qui précède il résulte que $f(C)$ *atteint son minimum*, quelles que soient les conditions aux limites (extrémités données, sur des courbes, des surfaces données).

» A une surface rectifiable S_i correspond un nombre K_i, limite supérieure des nombres dérivés des fonctions qui définissent x, y, z, considérées comme fonction d'une seule des deux variables qui y entrent. Ceci posé, prenons $f(S)$ et supposons que $f(S_i)$ tende vers $mf(S)$, les S_i étant rectifiables sans que les nombres K_i correspondants augmentent indéfiniment. On se trouve dans les conditions où s'applique la méthode de M. Hilbert et il existe une *surface rectifiable* S *qui rend* $f(S)$ *minimum*, quelles que soient les conditions aux limites (contour donné, ou sur des surfaces données). Par exemple, soit $F = 1$ et supposons donné comme contour de la surface un quadrilatère gauche se projetant sur le plan des xy, suivant un quadrilatère convexe. On pourra prendre pour les S_i les surfaces polyédrales à 2, 3, 4, ... faces dont les aires sont minima. Ce sont des surfaces de la forme $z = f(x, y)$; les angles aigus des faces avec le plan des xy sont limités supérieurement, donc on se trouve dans les conditions précédentes.

» Supposons maintenant que l'on sache seulement des S_i quarrables que leurs aires sont limitées supérieurement, ce qui se présentera par exemple si $F > K > 0$. Alors la méthode de M. Hilbert, un peu transformée, permet de trouver une suite de surfaces telles que les sections de ces surfaces par trois séries partout denses de plans parallèles aux plans

coordonnés, tendent vers des courbes rectifiables L. Mais on n'en peut conclure que la convergence est uniforme. Considérons certaines de ces lignes L; $f(S)$ étant égal à son minimum, on peut remplacer le problème proposé par plusieurs problèmes identiques, certaines conditions aux limites étant remplacées par celle d'avoir certaines lignes L pour frontières.

» Appliquons cela à la recherche d'une surface d'aire minima. On est ramené au même problème, le contour étant donné et de diamètre aussi petit que l'on veut. Mais on peut choisir les S_i de façon que leur plus grand diamètre soit égal au plus grand diamètre du contour, et alors la convergence est uniforme. *Le théorème d'existence est démontré*. La même méthode s'applique dès que le diamètre maximum de S_i tend vers zéro avec le diamètre du contour.

» Quelles relations y a-t-il entre les problèmes du calcul des variations et ceux qu'on en déduit par la généralisation de la notion d'intégrale? En particulier, quels rapports y a-t-il entre le problème de Plateau et la recherche de la surface d'aire minima de frontières données? Si le problème du calcul des variations admet une solution, elle est solution du problème généralisé. Lorsqu'il s'agit d'une intégrale de surface, le problème généralisé admet une infinité de solutions dès qu'il en admet une.

» Comme il était à prévoir, on voit que plus on généralise la notion d'intégrale, plus le problème devient facile et moins on a de renseignements sur la nature de la solution (¹). »

GÉOMÉTRIE. — *La Géométrographie dans l'espace.*
Note de M. **Émile Lemoine**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, à la séance du 16 juillet 1888, une courte Note dont le développement est devenu la Géométrographie plane. Celle-ci a des applications qui ont mis rapidement en évidence son utilité pratique, mais elle a un côté tout spéculatif qui reste entier si l'on crée un ensemble de semblables considérations se rapportant à l'espace à trois dimensions, où nul instrument analogue à la règle ou au compas ne peut effectuer de constructions. En effet, en dehors des appli-

(¹) Il est inutile d'ajouter que les considérations qui précèdent ne s'appliquent nullement au problème de Dirichlet que traite M. Hilbert.

cations, voici le rôle de la Géométrographie. Les géomètres, depuis les Grecs nos maîtres, partent de données qui sont les êtres géométriques et en déduisent des résultats par un *chaînon* de raisonnements dont les *mailles* se composent, en Géométrie canonique plane, de droites et de circonférences; en Géométrie de l'espace, ils y ajoutent les plans et les sphères. Un raisonnement est simple quand il y a peu de chaînons, quelles qu'en soient les mailles; mais si l'on applique la Géométrographie spéculative des droites et des cercles à la construction d'épures où ils sont tracés par la règle et le compas, on cherche à réduire au minimum le nombre qu'il en faut tracer, de sorte que, si la Géométrie ne s'occupe que des chaînons, la Géométrographie ne s'occupe que des mailles. L'étude systématique de la simplicité des constructions est donc une chose nouvelle et toute différente de la simplicité didactique de la Géométrie; et ce problème pratique conduit à celui-ci, qui est du domaine de la spéculation pure et dont on ne s'est jamais préoccupé : *arriver des données au résultat en employant le moins possible de droites et de circonférences comme intermédiaires*. La Géométrographie canonique dans l'espace aura donc pour but de faire passer le géomètre des données aux résultats en employant le moins possible de droites, de circonférences, de plans et de sphères. Il ne reste plus qu'à imaginer un symbolisme logique pour distinguer et pour compter les opérations effectuées.

» Je conserve les opérations de la Géométrographie plane.

» Faire passer *un* bord de la règle par un point placé, c'est op. : (R_1); donc, *spéculativement*, faire passer le bord de la règle par deux points, c'est op. : ($2R_1$).

» Tracer la droite, c'est op. : (R_2).

» Mettre une pointe du compas en un point placé, c'est op. : (C_1), donc, *spéculativement*, prendre la distance de deux points avec le compas, c'est op. : ($2C_1$).

» Mettre une pointe du compas en un point *indéterminé* d'une ligne tracée, c'est op. : (C_2).

» Tracer la circonférence, c'est op. : (C_3).

» J'imagine maintenant un instrument idéal, le *planque*, qui tracerait les plans dans l'espace comme la règle trace les droites, et un autre instrument idéal, le *sphérêtre*, qui tracerait les sphères dans l'espace comme le compas les cercles dans le plan. Je suppose que les instruments se maintiennent dans l'espace où on les place, et que les plans ou les sphères qu'ils ont tracés restent tracés.

» Nous donnerons un très simple exemple de la méthode en analysant

deux constructions de ce problème. *Par un point* A *mener un plan perpendiculaire à une droite* BC :

» J'appelle *coefficient de simplicité* ou *simplicité* le nombre total des opérations effectuées représenté par la somme des coefficients des symboles; *coefficient d'exactitude* ou *exactitude* la somme des coefficients des opérations de préparation C_1, C_2, R_1, P_1, S_1, S_2.

» De même que A(ρ) ou A(MN) désigne un cercle de centre A et de rayon ρ ou MN, A(ρ^2) ou A(MN^2) représentera une sphère de centre A et de rayon ρ ou MN.

» *a*. Je fais passer le planque par BC et je trace le plan quelconque BCM qu'il marque $(2P_1+P_2)$; en laissant le planque appuyé sur BC, je le fais passer par A et je trace le plan ABC(P_1+P_2); je trace un cercle A(ρ) qui coupe BC ou B et C(C_1+C_3); je trace les sphères B(ρ^2), C(ρ^2) $(2S_1+2S_3)$, qui se coupent en α sur BCA, en μ sur BCM. Je fais passer un plan par A, α, $\mu(3P_1+P_2)$; c'est le plan cherché.

» Op. : $(C_1+C_3+6P_1+3P_2+2S_1+2S_3)$; simplicité : 15; exactitude : 9; 1 cercle, 3 plans, 2 sphères.

» *b*. De deux points B et C quelconques de BC comme centre, je trace les deux sphères B(BA^2), C(CA^2) $(2S_1+2S_2+2S_3)$; elles se coupent suivant une circonférence qui appartient au plan cherché. J'appuie le planque sur elle et je trace le plan $(3P_1+P_2)$.

» Op. : $(3P_1+P_2+2S_1+2S_2+2S_3)$; simplicité : 11; exactitude : 6; 1 plan, 2 sphères.

» Il ne serait pas plus difficile de créer la Géométrographie des espaces à *n* dimensions, mais je ne suis pas assez familier avec ces études pour établir le symbolisme y relatif.

» Je profite de l'occasion pour dire que la pratique de la Géométrographie plane m'a amené à réduire à un seul les deux symboles que j'ai indiqués pour l'usage de l'équerre dans ma Note citée de 1888, et je renvoie pour plus de détails sur la Géométrographie de l'espace à un Mémoire qui paraîtra aux *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences* (Congrès de Paris, 1900). »

PHYSIQUE. — *Sur la théorie des phenomènes électrocapillaires.* Note de M. **Gouy**.

« 1. La théorie usuelle de l'électrocapillarité est encore celle de la couche double, due à Helmholtz, avec cette addition plus récente, que la couche électrique de l'électrolyte est formée par des ions. Cette théorie

n'est plus d'accord avec l'expérience ([1]). En principe, on peut lui reprocher de ne tenir aucun compte des forces non électriques, qui peuvent s'exercer à très petite distance entre le mercure et les ions ou les molécules du corps dissous, forces que je désignerai par la lettre φ. Que de telles forces existent en général, c'est ce que montrent les propriétés absorbantes des solides poreux ou très divisés; elles sont électives au plus haut degré, et on leur donne souvent le nom d'*affinité capillaire*.

» 2. Au maximum de tension superficielle, où le théorème de M. Lippmann nous apprend que la couche électrique mercurielle est nulle, la couche électrique de l'électrolyte serait nulle aussi, d'après la théorie usuelle, en sorte que l'électrolyte resterait homogène. Or, la valeur maximum de la tension dépendant, en fait, de la concentration de l'électrolyte, on peut démontrer que, *dans la masse liquide, la concentration varie avec l'étendue de la surface mercure-électrolyte* ([2]), ce qui implique l'existence, près de cette surface, ou d'une accumulation du corps dissous, ou au contraire d'un appauvrissement de la solution. Le premier cas est celui où le maximum varie en sens inverse de la concentration; c'est celui des corps dits *actifs*, et je m'en occuperai d'abord.

([1]) *Comptes rendus*, 1er février 1892, 25 novembre 1895, 23 juillet et 19 novembre 1900.

([2]) Soit une solution, sous pression constante P. Deux mercures y sont immergés; le premier est couvert d'un dépolarisant solide, et une force électromotrice constante est disposée entre eux; le second mercure, de surface S, a ainsi la tension superficielle θ. Au récipient est adapté un corps de pompe fermé par une paroi semi-perméable, qui contient un volume v d'eau sous la pression $P - p$, en désignant par p la pression osmotique. En prenant S et v pour variables, on obtient par un cycle isotherme et réversible la relation

$$\frac{\partial p}{\partial S} = \frac{\partial \theta}{\partial v},$$

d'où résulte, en appelant c la concentration loin du mercure,

$$\frac{\partial c}{\partial S} = \frac{\partial \theta}{\partial p} \cdot \frac{\partial c}{\partial v}.$$

Pour que la concentration c reste constante, il faut qu'on ait

$$dv = -\frac{d\theta}{dp}\, dS.$$

Ces relations sont générales, mais je n'envisage ici leur interprétation qu'au maximum de θ.

» 3. Je vais examiner les effets de *forces* φ *attractives appartenant aux anions seuls*. Au maximum, où la couche mercurielle est nulle, ces forces accumulent les anions à la surface de l'électrolyte et produisent ainsi une couche négative. Le champ devant être nul dans l'intérieur de l'électrolyte, il se produit un peu en arrière une couche positive égale (cathions) qui est retenue par les forces électriques (1). Ainsi, au maximum, il existe une couche double dans l'électrolyte, très près de sa surface.

» Quand la couche mercurielle est positive, si les forces φ n'agissaient pas, il y aurait à la surface de l'électrolyte une couche d'anions égale à la couche mercurielle. Puisque les forces φ concourent avec les forces électriques pour attirer les anions, l'équilibre ne peut exister ainsi, et la couche d'anions doit être plus importante. De plus, comme il faut toujours que la somme algébrique de toutes les couches soit nulle, il existe un peu en arrière une couche de cathions.

» Quand la couche mercurielle est négative, les forces électriques qui en émanent tendent à en éloigner les anions, et sont ainsi en opposition avec les forces φ. Si la couche mercurielle est assez faible pour que les forces φ prédominent, on a à la surface de l'électrolyte une couche d'anions, et plus loin une couche de cathions. Si, au contraire, la couche mercurielle est très importante (fortes polarisations négatives), les forces électriques l'emportent sur les forces φ, les anions ne peuvent s'accumuler à la surface, et il y existe une couche de cathions. Les forces φ, devenant insensibles à très petite distance et n'agissant pas sur les cathions, deviennent négligeables, et l'on a la couche double de la théorie usuelle.

» Ainsi, il existe en général une *couche électrique triple* qui, dans certains cas, se réduit à une couche double (2).

» 4. Voyons maintenant quels effets en résultent pour la tension et le potentiel. D'après la théorie de la capillarité, les forces attractives qui s'exercent à petite distance entre le mercure et la solution diminuent la tension superficielle; les forces φ produisent donc cet effet, qui s'ajoute à celui des forces électriques. En particulier, elles diminuent le maximum,

---

(1) On peut se demander pourquoi ces deux couches ne fusionnent pas, obéissant à leurs attractions électriques, mais, dans la théorie moderne des électrolytes, il faut bien qu'il existe des actions antagonistes qui maintiennent les ions séparés.

(2) L'équilibre des anions en présence des forces φ dépend des actions qui tendent à rendre l'électrolyte homogène; l'importance de leur couche doit donc augmenter avec la concentration.

d'autant plus que la concentration est plus grande et que les anions sont plus actifs, c'est-à-dire plus aptes à exercer et subir de pareilles forces.

» Quant à la différence de potentiel Δ entre le mercure et l'intérieur de l'électrolyte, elle résulte, comme dans la théorie usuelle, des actions électrostatiques des diverses couches. En particulier, *au maximum le mercure est négatif par rapport à l'électrolyte*, et d'autant plus en général que le maximum est plus déprimé. Pour les fortes polarisations négatives, la relation entre Δ et la tension est à peu près la même pour les diverses solutions, puisque, comme on l'a vu, les forces φ deviennent insensibles dans ce cas (¹).

» 5. Quant aux mélanges, où les corps actifs supplantent les corps peu ou point actifs, ce fait résulte de ce que les forces φ, attirant les anions actifs, les amènent à former la couche superficielle, au détriment des autres anions qui sont peu ou point attirés par ces forces. La viscosité électrocapillaire en résulte simplement. Supposons, par exemple, que la surface mercurielle devienne subitement très grande, à potentiel constant. L'équilibre électrique s'établit très vite, et les anions les plus proches de la surface, actifs ou inactifs, viennent à ce moment former la couche superficielle. Peu à peu les anions actifs remplacent les autres, à mesure que la diffusion les amène dans la zone d'action des forces φ; la tension superficielle diminue donc graduellement, jusqu'à l'équilibre final.

» L'hypothèse formulée au n° 3 paraît ainsi rendre assez bien compte des principaux phénomènes pour les corps actifs, qui dépriment le maximum déjà en solutions étendues. Avec les corps qui ne donnent d'effets bien marqués qu'en solutions concentrées, classe qui comprend les corps qui relèvent le maximum, les forces φ semblent différentes; je remettrai leur examen à plus tard. »

(¹) L'expérience montre en effet : 1° que les courbes électrocapillaires sont presque superposables dans cette région; 2° qu'avec les corps actifs, lorsque le maximum est déprimé, il est en même temps rapproché de cette branche de la courbe. Cette vérification est encore plus explicite avec les mélanges (*Comptes rendus*, 19 novembre 1900).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acidimétrie des aldéhydes et des acétones.* Note de MM. **A. Astruc** et **H. Murco.**

« Après l'étude alcalimétrique et acidimétrique des amines, des phénols et des acides organiques, effectuée par l'un de nous ([1]), il nous a paru intéressant d'examiner les réactions fournies par les adéhydes et les acétones en présence des réactifs colorants, hélianthine A, phtaléine du phénol et bleu Poirrier. Nous avons étudié successivement les aldéhydes et les acétones à fonction simple et à fonction mixte.

» I. Aldéhydes. — 1° *Mono-aldéhydes à fonction simple.* — Les aldéhydes grasses, aldéhydes formique, éthylique, propionique, valérique, et les aldéhydes aromatiques, aldéhydes benzoïque, cuminique, se comportent comme les corps neutres aux trois réactifs colorants ci-dessus indiqués. Ce fait n'a d'ailleurs rien d'étonnant, les chaleurs de neutralisation de ces corps donnant des valeurs nulles ou très peu élevées.

» 2° *Dialdéhydes à fonction simple.* — Nos recherches ont seulement porté sur le glyoxal. La saturation de ce corps par les alcalis jusqu'au virage aux réactifs se produit avec lenteur; l'hélianthine n'indique pas tout à fait la monobasicité, mais la phtaléine et le bleu Poirrier ne sont influencés que lorsqu'à une molécule du corps on a ajouté une molécule de base.

» Ces résultats ont été confirmés, en laissant en contact pendant vingt-quatre heures un poids donné de glyoxal avec un excès d'alcali; nous avons alors déterminé cet excès, et les résultats trouvés pour la saturation ont été identiques à ceux de l'expérience précédente. Ces faits concordent du reste avec les chaleurs de neutralisation mesurées par M. de Forcrand ([2]), qui a reconnu, lui aussi, que l'on obtient de meilleurs résultats en opérant en présence d'un excès de soude, à cause de la lenteur de la réaction.

» 3° *Aldéhydes halogénées.* — En signalant le bleu Poirrier comme réactif indicateur des acides, MM. Engel et Ville ([3]) ont remarqué que l'aldéhyde trichlorée ou chloral était monobasique à ce réactif; nous avons constaté, d'autre part, que l'hydrate de chloral, l'alcoolate de chloral et l'aldéhyde tribromée ou bromal, agissaient de la même manière.

» 4° *Aldéhydes alcools et phénols.* — Les quelques chaleurs de neutralisation des aldéhydes alcools qui ont été mesurées indiquent une affinité pour les bases très peu marquée; les aldéhydes phénols se comportent tout autrement et donnent avec la soude des valeurs voisines de 9 calories. Les mêmes différences peuvent être constatées si l'on examine la façon d'agir de ces deux séries de corps sur les colorants que nous avons employés. Ainsi, l'aldéhyde oxybutylique ou aldol et les sucres aldosiques sont neutres

---

([1]) A. Astruc, *Thèse de pharmacien supérieur*, Montpellier, 1900.

([2]) *Bull. Soc. Chim.*, 1re série, p. 244; 1884.

([3]) *Ann. Phys. et Chim.*, 6e série, t. VIII, p. 564, et *Comptes rendus*, t. C, p. 1073.

aux trois réactifs; au contraire, les aldéhydes salicylique et paraoxybenzoïques sont bien neutres à l'hélianthine, mais sont monobasiques à la phtaléine et au bleu Poirrier; la vanilline, ou aldéhyde méthylprotocatéchique, et le pipéronal ou aldéhyde méthylénoprocatéchique, se conduisent d'une façon analogue. Il est à remarquer ici que les acides organiques dont les chaleurs de neutralisation sont voisines de 8 calories agissent seulement sur le bleu Poirrier : or, les aldéhydes phénols, qui dégagent dans les mêmes conditions de 8 à 9 calories, sont monobasiques non seulement au bleu Poirrier, réactif indicateur des acides faibles, mais encore à la phtaléine du phénol, réactif révélant une fonction acide plus forte. Il est à présumer que les chaleurs de formation des sels à l'état solide à partir de tous les éléments solides dont nous entreprenons l'étude nous donneront l'explication de ce fait.

» II. Acétones. — 1° *Monoacétones à fonction simple.* — Les réactions acidimétriques des acétones grasses et aromatiques sont semblables à celles des aldéhydes correspondantes; l'acétone ordinaire, la diéthylacétone, la méthyléthylacétone, l'acétophénone, la benzophénone, n'ont d'influence sur aucun des trois réactifs.

» 2° *Diacétones.*— Combes, dans une étude antérieure, avait montré, par des réactions chimiques, le caractère acide de l'hydrogène du chaînon central (CH^2) des dicétones β; en 1888 (¹) il confirma ses recherches par l'étude thermochimique de ces corps, et fit voir qu'ils se conduisent comme de véritables acides monobasiques à fonction acide intermédiaire entre les acides carboniques et les acides organiques proprement dits.

» A notre tour, nous avons mis en évidence l'acidité de cet hydrogène au moyen des réactifs colorants. L'acétylacétone, qui, neutralisée par la potasse, dégage $10^{Cal},95$ et donne un sel de potassium assez stable d'après Combes, est nettement acide à la phtaléine, mais ne peut être dosée à ce réactif, le virage s'effectuant avant d'avoir ajouté une molécule d'alcali pour une molécule du corps; par contre, elle est très exactement monobasique au bleu Poirrier. D'autre part, le méthylacétylacétone, dont le sel de potassium solide est dissociable par l'eau d'après le même auteur, n'est même pas dosable au bleu Poirrier, bien que la quantité d'alcali nécessaire au virage indique une acidité plus forte que pour le virage à la phtaléine.

» Il est probable que les dicétones α seraient neutres aux trois réactifs, puisque les deux caractéristiques acétoniques sont directement voisines l'une de l'autre.

» En outre, parmi les dicétones γ, l'acétonylacétone ne présente pas de caractère acide et n'influence pas les réactifs, ce qui provient, pensons-nous, de l'introduction d'un nouveau groupement (CH^2) entre les deux fonctions acétoniques.

» 3° *Acétones halogénées.* — L'acétone monochlorée et l'acétophénone monobromée sont neutres à l'hélianthine et monobasiques à la phtaléine et au bleu Poirrier; la saturation s'opère peu à peu, comme dans le cas du glyoxal.

» 4° *Acétones alcools.* — Les sucres cétosiques n'ont aucune action sur les réactifs colorants.

» 5° *Acétones acides.* — Vis-à-vis de la phtaléine et du bleu Poirrier, les acides pyruvique et lévulique se comportent comme des corps très exactement monobasiques; mais les réactions obtenues avec l'hélianthine, bien que ne permettant pas un

---

(¹) *Bull. Soc. Chim.*, 2e série, t. XLIX, 1888.

dosage rigoureux, ont donné lieu à quelques remarques intéressantes. Nous avons constaté, en effet, que l'acide pyruvique, dont les fonctions acide et cétone sont voisines, offre à l'hélianthine un virage très net à $0^{mol},91$ d'alcali et possède une acidité supérieure, d'une part, à l'acide à fonction simple à même nombre d'atomes de carbone (acide propionique), et, d'autre part, à l'acide lévulique. Ce dernier, bien qu'ayant une acidité supérieure à l'acide à fonction simple correspondant (l'acide valérique est, en effet, sensiblement neutre à l'hélianthine), vire moins nettement que l'acide pyruvique et bien avant la saturation complète. Cela provient, sans doute, de l'introduction de deux groupements (CH^2) entre les deux caractéristiques fonctionnelles.

» Nous nous proposons de confirmer et d'étendre toutes ces données relatives aux aldéhydes et aux acétones par l'étude thermochimique de ces corps, qui est encore bien incomplète. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions des anilines substituées.* Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« Les réactions qui suivent ont été exécutées avec des échantillons extrêmement purs de *méthyl, diméthyl, éthyl* et *diéthylanilines,* fabriquées par une très grande maison industrielle et purifiées dans son laboratoire de contrôle.

» J'ai dissous ces bases dans de l'alcool éthylique très pur à 97°. Les solutions alcooliques ont été mélangées avec des solutions étendues et concentrées de chlorure cuivrique, de sulfate et d'acétate de cuivre. J'ai aussi étudié l'action de la méthylaniline sur des solutions de chlorure de cobalt et de nickel.

» I. *Action de la méthylaniline.* — *a.* Dans la solution très étendue de chlorure cuivrique, opalescence bleuâtre, qui fonce légèrement avec le temps; après un temps assez long, faible précipité blanc bleuâtre; fluorescence blanche très légère ne se maintenant pas. Dans la même solution concentrée, trouble, puis précipité verdâtre; fluorescence blanc bleuâtre; la liqueur, avec le temps, vire au gris franc, puis au gris violacé, au violet foncé; enfin, au bout de douze jours, au carmin.

» *b.* Dans la solution très étendue de So^4Cu, ni opalescence, ni fluorescence; précipité blanc bleuâtre, se formant assez rapidement. Dans la même solution concentrée, coloration verte immédiate, puis précipité vert assez abondant.

» *c.* Dans la solution très étendue d'acétate de cuivre, colorations rose clair, rose foncé, rouge vineux, ambré clair, ambré foncé, brun foncé; finalement, précipité brun foncé. Cette réaction est extrêmement sensible. Dans la même solution concentrée, coloration vert émeraude immédiate, qui vire rapidement au vert foncé, au vert noirâtre, au noir. Après un certain temps, précipité noir peu abondant.

» *d.* Dans la solution étendue de chlorure de cobalt, pas de coloration; à la longue, précipité d'oxyde de cobalt.

» Dans la même solution concentrée, coloration d'un violet carminé. Au bout de quatre heures et demie, trouble, puis la teinte violette se fonce.

» *e*. Dans la solution étendue de chlorure de nickel, peu à peu, louche léger; avec le temps, pas de précipité.

» Dans la même solution concentrée, rien d'abord; au bout de six heures, précipité vert, extrêmement ténu et très peu abondant. Ensuite la liqueur vire au vert sale, puis au brun très foncé.

» II. *Action de la diméthylaniline*. — *a*. Dans la solution très étendue de chlorure cuivrique, opalescence bleuâtre; avec le temps, léger précipité vert clair.

» Dans la même solution concentrée, précipité vert clair, la liqueur se trouble peu à peu.

» *b*. Dans la solution étendue de sulfate de cuivre, précipité blanc bleuâtre, floconneux et assez épais.

» Dans la même solution concentrée, précipité bleu clair épais, immédiat.

» *c*. Dans la solution très étendue d'acétate de cuivre, la liqueur, presque incolore, prend d'abord une teinte bleuâtre; au bout de vingt-quatre heures, teinte lilas clair.

» Dans la solution moyennement concentrée, trouble, puis précipité vert qui se redissout dans l'alcool fort. La liqueur devient bleu clair. Avec le temps, la teinte passe au vert clair, puis au vert foncé.

» III. *Action de l'éthylaniline*. — *a*. Dans la solution étendue de chlorure cuivrique, trouble laiteux, puis opalescence bleuâtre, enfin fluorescence blanc bleuâtre. Avec le temps, léger précipité vert clair.

» Dans la même solution concentrée, abondant précipité blanc verdâtre.

» *b*. Dans la solution étendue de So^4Cu, abondant précipité blanc bleuâtre, floconneux et léger, se formant après quelques instants.

» Dans la même solution concentrée, immédiatement précipité blanc verdâtre abondant; la liqueur passe après quelques heures au jaune verdâtre.

» *c*. Dans la solution étendue d'acétate de cuivre, rien d'abord, coloration brune ensuite.

» Dans la même solution moyennement concentrée, coloration vert émeraude, ensuite précipité vert clair, soluble dans un excès d'alcool fort. Après quatre heures, coloration vert foncé, et dépôt du même précipité.

» IV. *Action de la diéthylaniline*. — *a*. Dans la solution étendue de $Cu Cl^2$, opalescence blanc bleuâtre, puis léger précipité vert clair. Dans la solution concentrée, abondant précipité vert clair.

» *b*. Dans la solution étendue de So^4Cu, opalescence bleuâtre, puis précipité bleu clair léger. Dans la solution concentrée, assez abondant précipité bleu clair.

» *c*. Dans la solution étendue d'acétate de cuivre, opalescence bleuâtre, trouble, puis léger précipité bleuâtre. Dans la solution moyennement concentrée, trouble, puis, avec le temps, léger précipité vert clair. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la présence de l'oxysulfocarbonate de fer dans l'eau du Rhône.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Armand Gautier.

« Nous avons antérieurement montré (¹) que les eaux des puits de certains quartiers de Lyon contiennent du cystinate de fer, quelquefois de la tyrosine, et que l'eau du Rhône, qui en temps ordinaire tient des traces de la première substance, s'en charge en proportion notable pendant les crues du fleuve. Outre ces constatations, nous avions également observé, dès le mois de juin 1897, que l'eau du Rhône possède la singulière propriété de recolorer le réactif de Schiff, et présente quelques-unes des réactions des aldéhydes. D'après les recherches de M. Müntz, l'eau pouvant contenir des traces d'alcool, ces réactions furent tout d'abord attribuées à des traces d'aldéhyde provenant de quelque fermentation oxydante. Cependant des recherches longues et minutieuses, effectuées sur des eaux qui recoloraient énergiquement le réactif de Schiff, ne confirmèrent pas cette manière de voir. En effet, le produit de la distillation des eaux n'offre aucune des réactions des aldéhydes. Il en est de même de la solution alcaline provenant de l'épuisement du précipité barytique selon la méthode précédemment indiquée (²); elle ne contient que du soufre, du fer, et une quantité très faible de matière organique sans action sur les réactifs. En présence de ces faits et nous basant sur les nombreuses analyses faites en vue de rechercher la substance active, nous avons tenté de reproduire synthétiquement tous les phénomènes observés avec l'eau naturelle; la similitude des réactions, décrites plus loin, nous a conduit à admettre l'existence de l'oxysulfocarbonate de fer dans l'eau du Rhône.

» *Propriétés de l'eau puisée directement au fleuve.* — Ainsi qu'il a été dit, elle recolore le réactif de Schiff; elle donne avec le réactif de Nessler une coloration jaune suivie d'un précipité ocreux; avec le réactif de Lubbin une coloration verte, avec la pyrocatéchine sulfurique une coloration rouge groseille. Ces réactions sont aussi celles que présente l'aldéhyde méthylique; toutefois le produit de la distillation de l'eau est inerte, et dans aucun cas nous n'avons pu reproduire les réactions de Richmond et Boseley, ni

---

(¹) *Comptes rendus*, février 1900.

(²) *Loc. cit.*

celle de Trillat. En outre, l'eau abandonnée en vase ouvert au contact de l'air laisse déposer un léger précipité ocreux, et en même temps elle perd les propriétés que nous signalons. Portée à 80° et maintenue quelque temps à cette température, elle donne avec le réactif Millon, préalablement neutralisé, un précipité formé de cristaux ayant une composition et un aspect différents suivant la saison et représentant une combinaison de HgS, $(AzO^3)^2Hg$ et $(AzO^3)Fe$.

» *Reproduction synthétique de ces phénomènes.* — Elle a été réalisée de trois manières différentes :

» 1° On fait passer dans de l'eau distillée tenant en suspension du carbonate calcique un courant d'acide carbonique, puis on ajoute quelques gouttes d'une bouillie épaisse de sulfure de fer obtenu par voie humide. Le sulfure se dissout et l'on ne perçoit pas d'odeur d'hydrogène sulfuré ; on introduit encore quelques gouttes de sulfure, et lorsque l'eau en est saturée, ce que l'on reconnaît à son aspect noirâtre persistant, on filtre et l'on soumet le liquide aux réactions mentionnées. Il recolore le réactif de Schiff, donne avec le réactif Nessler une teinte jaune prononcée et un dépôt ocreux ; avec la résorcine et la pyrocatéchine on obtient les colorations citées plus haut. Le réactif de Millon versé dans la solution chauffée à 80° détermine la formation d'un précipité cristallisé jaune d'or semblable à celui que fournit l'eau naturelle. Enfin le précipité barytique épuisé par le carbonate de potassium lui cède du soufre et du fer.

» 2° Dans un appareil générateur d'acide carbonique, on ajoute quelques gouttes d'une solution de sulfure de sodium, ou encore une parcelle de sulfure de fer; le gaz, condensé dans de l'eau contenant du carbonate calcique et une trace de sulfate ferreux, communique à celle-ci les propriétés indiquées précédemment.

» 3° Dans un litre d'eau distillée, on fait passer du gaz oxysulfure de carbone jusqu'à ce que le liquide commence à se teinter en jaune, on ajoute ensuite quelques décigrammes de carbonate calcique et quelques centigrammes de sulfate ferreux; l'eau présente alors toutes les propriétés mentionnées, mais avec une intensité et une persistance beaucoup plus développées.

» Quel que soit le procédé employé, le produit de la distillation de l'eau est inerte; abandonnée à elle-même, cette eau perd bientôt son activité; du sesquioxyde de fer mélangé de soufre se dépose, et la solution s'enrichit en acide sulfurique.

» Le sulfure de fer paraît indispensable pour l'obtention des réactions,

mais il n'en est pas de même du carbonate calcique; cependant, outre qu'il reproduit les conditions naturelles de l'eau, il assure aux solutions une stabilité plus grande, en formant sans doute une combinaison double.

» D'après sa production synthétique, on peut admettre que l'oxysulfocarbonate de fer résulte de la combinaison de CO^2 avec FeS;

$$CO^2 + FeS = CO\begin{matrix}\diagup O \diagdown \\ \diagdown S \diagup\end{matrix}Fe.$$

Au contact de l'air cette combinaison paraît se détruire par l'oxygène, selon l'équation

$$2\left(CO\begin{matrix}\diagup O \diagdown \\ \diagdown S \diagup\end{matrix}Fe\right) + O^3 = 2CO^2 + 2S + Fe^2O^3.$$

» *Périodes d'apparition et de disparition de l'oxysulfocarbonate.* — Nous avons dit plus haut que la réaction de Schiff avait été observée avec l'eau du Rhône en juin 1897; fin octobre de la même année, cette eau avait perdu cette propriété. En 1898, la réaction a débuté fin juin pour disparaître également fin octobre; de même pour 1899. Toutefois, cette année, l'apparition de la réaction a été tardive; c'est le 10 août qu'elle a débuté, pour disparaître complètement le 12 novembre.

» La proportion d'oxysulfocarbonate de fer n'est pas fixe, et partant l'intensité de la réaction de Schiff varie; dès le début, elle est égale à celle que produirait une goutte de formol dans 4 litres d'eau distillée; vers la mi-septembre l'intensité devient maximum et sensiblement égale à celle que produiraient 2 gouttes de formol dans 1 litre d'eau distillée.

» Il existe une relation manifeste, quoique indirecte, entre le degré de toxicité de l'eau et la proportion d'oxysulfocarbonate de fer qu'elle contient; cette relation constatée depuis trois années est encore à l'étude, cependant en ce qui concerne l'année 1900, les essais ont montré que l'intensité de la coloration avait été plus faible que les années antérieures, et les statistiques du bureau d'hygiène indiquent que les cas de fièvre typhoïde ont été cette année moins nombreux et moins meurtriers.

» En résumé, l'eau du Rhône, durant une période de trois mois commençant en juin, contient de l'oxysulfocarbonate de fer. La proportion de cette combinaison, faible au début, augmente progressivement jusqu'à la mi-septembre, puis rétrograde et disparaît à l'automne. L'origine de cet oxysulfocarbonate de fer peut être attribuée à la combinaison de l'acide carbonique avec le sulfure ferreux dû à la réduction des sulfates par certaines matières organiques du fleuve. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Dosage des incuits et des surcuits dans le plâtre de Paris des fours culées.* Note de M. L. Périn, présentée par M. Haller.

« Le plâtre de construction, dit *plâtre de Paris*, est un mélange : 1° de gypse resté à l'état naturel $SO^4Ca, 2H^2O$ par insuffisance de l'action calorifique dans certaines parties du four; 2° de gypse ayant, au contraire, perdu ses deux molécules d'eau de cristallisation par l'action d'un excès de température; 3° de gypse aux degrés de déshydratation intermédiaire, que j'appellerai *matière active;* 4° de matières hétérogènes SiO^2, CaO, MgO, $Fe^2O^3 + Al^2O^3$ qui, sauf peut-être la chaux, jouent d'une façon absolue le rôle d'inertes, au même titre que les incuits et les surcuits.

» On a établi, d'autre part, que les résistances du plâtre, à l'arrachement, à la flexion ou à l'écrasement, sont inversement proportionnelles aux quantités des inertes que ce plâtre renferme.

» Il y a donc intérêt à connaître, dans tous plâtres à bâtir, la teneur de ces différents inertes. Les matières hétérogènes sont dosées par les procédés ordinaires de l'analyse; les incuits et les surcuits le seront par la méthode qui fait l'objet de cette Note.

» Soit donc un plâtre de Paris formé des éléments SiO^2, CaO, MgO, $Fe^2O^3 + Al^2O^3$, mélangés à $SO^4Ca, 2H^2O$ (incuits), SO^4Ca, $nH^2O (n < 2)$ (matière active), SO^4Ca (surcuits).

» Pour la simplicité, j'appelle dans les équations suivantes :

Matière active,	le corps SO^4Ca, nH^2O capable de faire prise avec l'eau;
$\overline{H^2O}'$	l'eau qui se combine avec SO^4Ca, nH^2O pour reconstituer le gypse;
$\overline{H^2O}''$	l'eau ($2H^2O$) des incuits;
S...	la somme des divers éléments SiO^2, CaO .... — avec la partie solide SO^4Ca des incuits, plus SO^4Ca des surcuits.

» Porphyriser au mortier d'agate le plâtre à analyser, puis le porter à l'étuve à 60° pendant deux heures. Le laisser ensuite refroidir dans le dessiccateur.

» Quand il est froid, en mettre environ 5gr dans une capsule de porcelaine ou de platine. Le poids de l'échantillon prélevé est donné par les équations :

$$\text{Tare} = \text{capsule} + P, \tag{1}$$

$$\text{Tare} = \text{capsule} + \text{échantillon} + P', \tag{2}$$

d'où

$$\text{Échantillon} = P - P'.$$

» Dans l'équation (2), mettons $\overline{H^2O}''$ en védette et écrivons-la

(3) $$\text{Tare} = \text{capsule} + (SO^4Ca, nH^2O) + S + \overline{H^2O}'' + P'.$$

» Çela posé, après la pesée (2) je mets dans la capsule un excès d'eau : la matière s'hydrate pour reformer la molécule de gypse.

» Mettre alors la capsule et son contenu à l'étuve à 60°, et évaporer à sec jusqu'à poids constant. Laisser refroidir dans le dessiccateur, et reporter à la balance. On a

(4) $$\text{Tare} = \text{capsule} + \left[(SO^4Ca, nH^2O) + \overline{H^2O}'\right] + S + \overline{H^2O}'' + p.$$

» De (3) et (4) je tire : $\overline{H^2O}' = P' - p = A$, quantité d'eau qui s'est combinée à la matière active.

» Cette valeur A est suffisante pour déterminer la résistance du plâtre considéré, directement proportionnelle à la matière active. Il est néanmoins intéressant de pousser plus loin l'investigation et, industriellement, de rechercher les incuits et les surcuits qui se sont formés dans la fabrication.

» Comme il est impossible de connaître les divers degrés de déshydratation primitive de toutes les molécules de la matière active, considérons que celle-ci est formée de particules de gypse à des états de déshydratation tels que n dans SO^4Ca, nH^2O ait toutes les valeurs comprises entre 0 et 2, de telle sorte que, consécutivement, nous puissions envisager cette matière active comme constituée par une somme de molécules dont la valeur moyenne serait $SO^4Ca, 1H^2O$.

» Dans cette hypothèse, la matière active sera donnée par la relation

$$\frac{x}{A} = \frac{SO^4Ca, H^2O}{H^2O} \qquad \text{d'où} \qquad x = 8,56\,A.$$

» *Dosage des incuits.* — Après (4) je fais la perte au rouge, ce qui me donne

(5) $$\text{Tare} = \text{capsule} + (SO^4Ca \text{ de mat. act.}) + S + p'.$$

» Des équations (4) et (5), je tire

$$(nH^2O) + \overline{H^2O}' + \overline{H^2O}'' = p' - p,$$

et pour

$$n = 1, \qquad H^2O = \overline{H^2O}',$$

d'où

$$\overline{H^2O}'' = p' - p - 2\overline{H^2O}' = p' - p - 2A = B.$$

Les incuits sont donnés alors par

$$\frac{y}{B} = \frac{SO^4Ca, 2H^2O}{2H^2O},$$

d'où

$$y = 4,8B.$$

» *Dosage des surcuits.* — Soient

a, SO^3 correspondant à x;
b, SO^3 correspondant à y;
Q, SO^3 total dosé sur l'échantillon.

» La quantité de SO^3 correspondant aux surcuits sera

$$q = Q - (a + b),$$

et les surcuits seront donnés par

$$\frac{z}{q} = \frac{SO^4Ca}{SO^4},$$

d'où

$$z = 1,7q. »$$

ZOOLOGIE. — *Perméabilité de la paroi extérieure de l'Invertébré marin, non seulement à l'eau, mais encore aux sels* (¹). Note de M. R. QUINTON, présentée par M. Edmond Perrier.

« 1. La paroi extérieure de l'Invertébré marin est perméable, non seulement à l'eau, mais encore aux sels.

» 2. L'Invertébré marin élevé, fermé anatomiquement au milieu extérieur, lui est donc osmotiquement ouvert. Par osmose, au point de vue minéral, son milieu intérieur est le milieu marin lui-même, ce dont témoigne, par ailleurs, l'analyse chimique directe. L'Invertébré marin élevé reste donc physiologiquement ce qu'est anatomiquement l'Invertébré marin inférieur (Spongiaire, Cœlentéré) : une colonie de cellules marines.

» I. — La perméabilité à l'eau de la paroi extérieure de l'Invertébré marin résulte d'expériences précédentes (voir dernière séance, p. 905). Une dernière question se pose. Cette paroi est-elle en même temps perméable aux sels? Trois séries d'expériences sont instituées, afin d'en décider.

» PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — On verse dans un cristallisoir un volume connu d'eau de mer diluée ou concentrée, dont le titre en chlorures est connu. En multipliant le volume par le titre, on a la quantité de chlorures totale contenue dans le cristallisoir. Le poids du cristallisoir, avec son eau, est soigneusement déterminé. L'expérience consistera : 1° à placer dans cette eau un animal (*Aplysia punctata*), préala-

(¹) Travail de la Station zoologique d'Arcachon.

blement rincé dans une eau de même composition, puis égoutté; 2° à déterminer dans la suite, par des pesées (l'animal étant soulevé pour un moment au-dessus de son milieu), la quantité d'eau gagnée ou perdue par le cristallisoir; 3° à déterminer au même instant le nouveau titre en chlorures de cette eau. En multipliant le nouveau volume par le nouveau titre, on aura encore la quantité totale de chlorures contenue, à cet instant, dans le cristallisoir, et, par comparaison avec les chlorures initiaux, la preuve du passage ou de la rétention des sels. Le Tableau qui suit résume cette série d'expériences. Le passage des sels est abondamment démontré.

Numéro de l'expérience.	Poids de l'Aplysie.	Temps, l'expérience débutant à 0'.	Volume de l'eau du cristallisoir.	Titre en chlorures pour 1000 de cette eau.	Chlorures totaux (Volume × Titre).	Gain ou perte (+ ou —) subis par le cristallisoir. Eau.	Chlorures.
			cc	gr	gr	cc	gr
I	393gr	0h 0m	250	24,1	6,025	»	»
»		13h	190	27,34	5,19	—60	—0,835
II	304	0h 0m	250	41	12,500	»	»
»		5h 30m	266	36,77	9,780	+16	—2,720
III	673	0h 0m	1000	21,2	21,2	»	»
»		10h	930	25,74	23,938	—70	+2,738
IV	288	0h 0m	280	20,94	5,863	»	»
»		1h	228	23,63	5,387	—52	—0,476
»		3h	209	25,74	5,379	—71	—0,484
»		4h	208,5	25,92	5,404	—71,5	—0,459
V	303	0h 0m	250	20,23	5,057	»	»
»		0h 18m	236	21,97	5,184	—14	+0,127
»		0h 40m	226	23,3	5,265	—24	+0,208
»		1h 14m	219	24,38	5,339	—31	+0,282
»		2h 14m	212	25,56	5,418	—38	+0,361
»		3h 17m	208,5	25,77	5,373	—41,5	+0,316
»		4h 15m	207	26,12	5,406	—43	+0,349
»		11h	207	26,64	5,514	—43	+0,457

» DEUXIÈME SÉRIE. — Cette série d'expériences tend, en évitant le passage de l'eau, à observer uniquement le passage des sels. Dans ce but, deux parties d'eau de mer sont d'abord additionnées d'une partie d'eau douce, puis d'une quantité suffisante de sulfate de magnésium pour élever de nouveau le mélange à l'isotonie de l'eau de mer primitive. On possède ainsi un liquide à peu près isotonique à l'Invertébré marin qui y sera mis en expérience, par conséquent sans pouvoir hydrophile sur lui, mais dans lequel le titre en chlorures aura été abaissé, de 32gr, à 21gr pour 1000. L'expérimentation devra établir si, dans ce milieu où l'échange d'eau se trouvera à peu près réduit à néant, les chlorures tendront à s'équilibrer, c'est-à-dire à passer du milieu intérieur de l'animal, normalement chloruré, au milieu extérieur déchloruré.

» *Expériences.* — Onze *Carcinus mœnas* de même origine. Trois témoins immédiats, dont l'hémolymphe donne en chlorures : 30gr,9, 31gr, 31gr,3 pour 1000. Six autres placés dans : eau de mer, 666; eau douce, 333; sulfate de magnésium (pesé humide), 100gr. Chlorures de ce mélange : 21gr,17; point de congélation : — 2°,04 (l'eau de mer congelant aux environs de — 2°). Les deux derniers *Carcinus* sont maintenus comme témoins dans les conditions des six précédents, mais dans l'eau de mer primitive. Après dix-huit heures d'expérience, les deux *Carcinus* témoins ont perdu

$\frac{1}{50}$ de leur poids; les six autres, $\frac{1}{25}$. Si cette différence dans la perte de poids répond à une perte d'eau, et si les sels ont été retenus, la perte d'eau n'a pu que concentrer le milieu intérieur du groupe des six *Carcinus*. Or l'analyse donne : chlorures des deux *Carcinus* témoins, 30^{gr},6, 30^{gr},8 pour 1000, c'est-à-dire maintien à peu près intégral des chlorures primitifs; chlorures des six *Carcinus* placés dans le mélange déchloruré : 25^{gr},7, 26^{gr},8, 27^{gr},1, 27^{gr},2, 27^{gr},3, 27^{gr},8. — Résultats identiques sur d'autres séries de *Carcinus* et de *Siponcles*.

» Les chlorures passent donc nettement du milieu intérieur de l'animal, normalement chloruré, au milieu extérieur déchloruré.

» Troisième série. — L'expérience consiste, dans cette série, à ajouter au milieu extérieur un sel très faiblement représenté dans le milieu intérieur, et à y observer son passage s'il a lieu. Le sel choisi ici est le phosphate de sodium. L'observation porte sur l'acide phosphorique. (Détermination par l'acétate d'urane, l'acétate acétique de soude et le ferrocyanure).

» *Expériences.*— *Aplysias* normales, liquide cœlomique, teneur en acide phosphorique : 0^{gr},025, 0^{gr},027 pour 1000.

» L'addition de phosphate de sodium à l'eau de mer détermine un précipité blanc abondant dont on se débarrasse par filtrage. Le liquide filtré est phosphatique.

» *Exp. I, II, III.* — Trois eaux de mer, différemment diluées et phosphatées : chlorures respectifs : 28^{gr},9, 25^{gr},84 20^{gr},3 pour 1000; acide phosphorique : 1^{gr},25, 1^{gr},5, 4^{gr},56 pour 1000. Trois *Aplysias*, après huit, six, deux heures de séjour dans ces différents milieux, liquide cœlomique : chlorures respectifs, 28^{gr},38, 28^{gr},39, 26^{gr},43; acide phosphorique : 0^{gr},34, 0^{gr},33, 0^{gr},878 pour 1000. Les phosphates passent donc.

» Les expériences de ces trois séries concordent toutes. La paroi extérieure de l'Invertébré marin est perméable non seulement à l'eau, mais encore aux sels. Elle est donc, dans toute l'acception du mot, une membrane dyalisante.

» II. — L'osmose établit donc, au point de vue minéral, une communication remarquable entre le milieu intérieur de l'Invertébré marin et le milieu extérieur. L'analyse chimique directe confirme cette conclusion. Genth (*in* Gorup-Besanez, *Chim. phys.*, 1880, chiffres corrigés sur l'édition allemande), pour le milieu intérieur du Limule, Mourson et Schlagdenhaufen (*Comptes rendus*, 1882), pour celui de l'Oursin, donnent des compositions minérales à peu près identiques à celle de l'eau de mer. Le milieu intérieur de l'Invertébré marin élevé reste donc physiologiquement ce qu'est anatomiquement celui de l'Invertébré marin inférieur (Spongiaire, Cœlentéré) : le milieu marin lui-même.

» Comme les Invertébrés marins constituent à eux seuls la partie de beaucoup la plus importante du règne animal, il en résulte déjà, en dehors

de toute théorie (voir Quinton, *Soc. de Biol.*, 1897-1899), que : « à l'état de nature, le plus grand nombre des organismes animaux a pour milieu intérieur, au point de vue minéral, le milieu marin lui-même ».

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Un venin volatil : sécrétion cutanée du* Iulus terrestris. Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

« L'étude histologique des glandes cutanées des Myriapodes a fait l'objet de nombreux travaux, et tout récemment M. O. Duboscq [1] a donné une description très documentée des glandes ventrales du *Chaetechelyne vesuviana*. Il considère ces glandes ventrales comme étant homodynames de la glande venimeuse des forcipules; il leur attribue un rôle défensif. C'est tout ce que nous savons sur la physiologie de ces glandes cutanées. On n'est pas plus avancé en ce qui concerne la sécrétion cutanée des autres Myriapodes et, en particulier, celle du *Iulus terrestris*.

» Quand on saisit ce dernier entre les doigts, il se roule immédiatement suivant sa face ventrale, et il laisse échapper par les orifices glandulaires (*foramina repugnatoria*) un liquide jaune qui imprègne la peau et dont l'odeur forte et piquante persiste plusieurs heures. Cette sécrétion se dessèche rapidement à l'air, mais si l'on met l'animal dans l'eau, elle y diffuse aussitôt et la colore en jaune.

» Ayant eu l'heureuse fortune de pouvoir récolter quelques centaines de Iules, j'en ai profité pour préparer une solution de leur venin, et en étudier les propriétés physiologiques.

» Une centaine de Iules ont été excités et le venin recueilli dans 25^{cc} d'eau distillée. Le liquide, ainsi obtenu, sert immédiatement pour les expériences suivantes :

» *Expérience I.* — Le 4 septembre à 8^h, j'inocule 1^{cc} de la solution dans la cuisse droite d'un cobaye de 420^{gr}. Il ressent immédiatement une douleur très vive; il se sauve en criant et en tenant la patte soulevée, puis il reste immobile dans un coin. Il survient du gonflement, la douleur se calme et, à 9^h, l'animal ne paraît plus malade. A $9^h 25^m$, j'inocule de nouveau $1^{cc},5$ au même point. La douleur est aussi vive qu'au début; pendant vingt minutes il se plaint, mais aucun symptôme général ne se manifeste. Le gonflement s'accentue; le 5 au matin, il y a de l'œdème du ventre, et il se forme une petite eschare au point d'inoculation.

» Pas d'accidents généraux. Guérison.

---

(1) *Recherches sur les Chilopodes*. Thèse de Paris, 1899.

» Si le venin inoculé sous la peau est peu actif, il n'en est pas de même quand on l'introduit dans le péritoine.

» *Expérience II.* — Le 4 septembre, à $9^h 20^m$, j'inocule, dans la cavité péritonéale d'un cobaye de 450^{gr}, 1^{cc} de la solution de venin. L'animal éprouve une grande douleur, il reste affaissé pendant cinq minutes, immobile, le poil hérissé, puis il revient à lui, mais il a perdu toute vivacité. C'est à peine s'il fait quelques pas quand on l'excite. Le ventre est dur et l'on observe quelques hoquets. A $1^h 30^m$, il semble aller un peu mieux. Je lui inocule de nouveau 1^{cc} de la solution dans l'abdomen. Immédiatement après, douleur vive, hoquets, efforts de vomissement. Respiration un peu stertoreuse. Le 5 septembre au matin, l'animal est très affaissé, il reste immobile, le poil hérissé et se refroidit. L'état va en s'aggravant et, l'après-midi, il a du frisson. A 6^h, il est à l'agonie. Mort à 10^h.

» *Autopsie.* — Péritonite généralisée : épanchement séro-sanguinolent abondant. Piqueté hémorragique sur l'estomac, l'intestin grêle, l'épiploon, fausses membranes grisâtres à la surface du foie.

» Me trouvant loin du laboratoire, dans les montagnes du Jura, je n'ai pu aller plus avant dans l'étude de ce venin, que j'ai reprise un mois plus tard. C'est la même solution qui m'a servi. Elle avait fortement bruni, mais elle avait conservé son odeur piquante. La virulence n'a pas diminué, comme le montre l'expérience suivante.

» *Expérience III.* — Le 9 octobre, à $11^h 10^m$, j'inocule, dans l'abdomen d'un cobaye de 450^{gr}, $1^{cc},5$ de la solution de venin du *Iulus terrestris* conservée depuis un mois. Les symptômes ont été les mêmes que dans l'expérience II, la température s'est progressivement abaissée, comme le montre le Tableau suivant :

Température.	
h m	o
10.50.	39,5
11.30.	37,8
12....	37,1
1.45.	33,2
3.20.	31,7
6.30	29,2

Au début, on observe des hoquets avec efforts de vomissement. Puis, au fur et à mesure que la température diminue, les symptômes s'aggravent : l'animal reste immobile, le poil hérissé ; il marche difficilement, le train de derrière oscille. L'adynamie s'accentue de plus en plus ; à 6^h il est affaissé sur le ventre et la tête repose sur le sol. La respiration reste intacte : 160 par minute. Le 10 au matin, on le trouve mort. L'autopsie montre les mêmes lésions que dans l'expérience II.

» Ce venin, qui détermine des lésions mortelles dans le péritoine, ne produit pas d'accidents graves quand on l'inocule, à la dose de deux centimètres cubes, dans la veine jugulaire d'un cobaye. Cependant, il ne reste pas sans effet.

» Tout d'abord, il se fait par la piqûre de la veine une hémorragie qu'il est difficile d'arrêter. Comme le sang n'est pas incoagulable, elle est très probablement due à une action vaso-dilatatrice. L'animal perd de sa vivacité ; il reste immobile ; il est agité

par un frissonnement d'abord continu, puis intermittent, qui dure plusieurs heures. Après l'inoculation, il y a eu abaissement de température de 1°, 8, mais il doit être attribué, au moins en partie, aux troubles occasionnés par l'opération; quarante-cinq minutes après qu'il a été détaché, le cobaye est revenu à sa température initiale. En même temps que le frisson, l'adynamie s'est accentuée : l'animal est affaissé sur le ventre et, de temps en temps, laisse tomber sa tête sur le sol. La respiration n'est pas troublée : 120 à 140 mouvements par minute. Au bout de trois heures, ces symptômes ont presque complètement disparu.

» Inoculé dans l'abdomen d'une grenouille, à la dose d'un tiers de centimètre cube, le venin du *Iulus terrestris* détermine une parésie des mouvements, augmentée par la fatigue, mais qui ne persiste pas très longtemps.

» Chauffée à l'ébullition à l'air libre, la solution de venin émet des vapeurs fortement odorantes qui se condensent en gouttelettes jaunâtres à la partie supérieure du tube et perd une grande partie de ses propriétés toxiques. L'atténuation est d'autant plus grande que le chauffage a été plus longtemps prolongé, mais il conserve encore, même après six heures d'ébullition, une certaine toxicité, qui se manifeste pendant quelques heures chez le cobaye, par un abaissement notable de la température (2°).

» Si la solution de venin est chauffée dans une pipette close, elle n'est pas atténuée par l'ébullition. Si l'on inocule dans l'abdomen de deux cobayes de même poids la même dose de venin (2^{cc}, 25) chauffée à l'ébullition pendant vingt-cinq minutes, à l'air libre dans le premier cas, en pipette close dans le second, le premier cobaye survit (abaissement de la température, 3°); le second cobaye, au contraire, meurt en vingt-quatre heures avec les symptômes et les lésions caractéristiques.

» Pour affaiblir sensiblement le venin chauffé en tubes clos, il faut le porter à la température de 120° pendant vingt minutes, et encore dans ce cas il produit des troubles qui se traduisent par un abaissement de 3° dans la température du corps.

» Les cobayes qui ont résisté à l'inoculation de venin sont-ils vaccinés? Dans cet ordre d'idées, je n'ai fait qu'une expérience : un cobaye qui avait reçu dans l'abdomen du venin chauffé fut éprouvé au bout de huit jours; il mourut avec les symptômes et les lésions caractéristiques.

» De l'ensemble des expériences exposées dans cette Note on est amené à conclure que le principe actif du venin du *Iulus terrestris* n'est pas une substance albuminoïde et qu'en outre il est volatil. Il devenait intéressant de déterminer la nature exacte de ce principe : c'est ce qui fera l'objet d'une prochaine Note. »

ZOOLOGIE. — *Les grands Acridiens migrateurs de l'ancien et du nouveau monde, du genre* Schistocerca, *et leurs changements de coloration suivant les âges et les saisons; rôle physiologique des pigments.* Note de M. J. **Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« En Algérie, lors des grandes invasions de Sauterelles, nous avons entrepris sur le Criquet pèlerin (*Sch. peregrina*, Oliv.) des études qui nous ont conduit à des déductions biologiques et physiologiques intéressantes [1]; il était à présumer que des recherches poursuivies sur l'espèce congénère de l'Amérique du Sud, désignée *jusqu'à ce jour* par le nom de *Criquet du Parana* (*Sch. paranensis* Burmeister), nous mettraient en possession de faits venant à l'appui de ces déductions. S'il était constaté, par exemple, que l'espèce américaine présentait, au cours de son existence, des changements de coloration analogues à ceux de l'espèce de l'ancien monde, il devait en ressortir des conclusions plus générales; nos recherches, en modifiant les idées reçues, nous ont donné des résultats inattendus.

» Depuis les travaux du docteur Weyenbergh (1873), de P.-A. Conil (1881), on sait que l'espèce, hôte de la République Argentine, offre des colorations diverses, caractérisant des variétés : l'une à teinte rouge, trouvée dans la province de la Rioja, considérée comme locale, reçut le nom de *riojana;* la seconde à teinte grise, regardée comme propre à l'arrière-saison, fut appelée *autumnalis.* Conil décrit ces prétendues variétés en faisant remarquer « que la presque totalité des Acridiens des nuées qui ont passé sur la ville de Cordoba, à la fin de l'été, étaient tantôt café, tantôt rouge, et d'autrefois gris », et « qu'il ne peut se figurer que la température ou l'état avancé de la saison produisent des variations dans la coloration des Acridiens ». S'il dénie l'influence des saisons sur les teintes que revêtent les *Schistocerca paranensis,* il ne soupçonne pas non plus que la coloration des pigments se modifie avec l'âge.

» Seules, les observations faites sur le vif et dans les contrées envahies pouvaient fournir des données sur les conditions déterminant la variabilité des *Schistocerca* de l'Amérique du Sud; une occasion inespérée se présenta qui me permit d'entreprendre, dans les meilleures conditions, des recherches à ce sujet. Détaché par le Gouvernement français auprès du Gouvernement argentin pour prendre la direction du service entomologique nouvellement créé, en vue surtout de rechercher les moyens de combattre

---

(1) J. Künckel d'Herculais, *Le Criquet pèlerin* (Schistocerca peregrina *Oliv.*) *et ses changements de coloration; rôle des pigments dans les phénomènes d'histolyse et d'histogenèse qui accompagnent la métamorphose* (*Comptes rendus,* t. CXIV, p. 240; 1892).

les invasions de sauterelles (loi du 7 août 1887), je me trouvai bientôt en situation d'observer les Acridiens aux différentes saisons de l'année, d'abord dans les provinces du nord-est de la République Argentine, puis dans celle du nord-ouest (¹); je pouvais ainsi étudier sur place les générations successives d'Acridiens. D'autre part, je recevais de tous les territoires envahis des envois d'insectes adultes, d'œufs, de jeunes, ce qui me donnait le moyen d'organiser, dans le champ d'expérience de Palermo, annexé à mon laboratoire, des éducations multiples, soit à l'air libre dans de vastes cages, soit en serre dans des compartiments indépendants.

» Les investigations faites au cours de mes voyages, les études entreprises sur les insectes élevés en captivité nous amènent à ces conclusions. Les bandes de *Schistocerca* qui hivernent dans les provinces septentrionales de la République Argentine, dans le Chaco paraguayen et même plus au nord, sont d'une belle teinte rouge carminée qui va se dégradant sur les élytres et les ailes; à cette époque les Acridiens se déplacent peu; ils volètent seulement par les belles journées ensoleillées; lorsqu'il fait mauvais temps, ils restent enfouis dans les touffes des hautes graminées. Au printemps, les teintes rouges s'affaiblissent pour faire place à des tons brique, les élytres et les ailes conservent à la base des teintes rosées (var. *riojana* de Weyenbergh); les insectes commencent à descendre vers le Sud; c'est le moment où des vols puissants font leur apparition dans le nord des provinces de Corrientes, de Santa-Fé, d'Entre-Rios; le pigment rouge disparaissant, ils prennent une teinte café, puis une teinte jaunâtre plus accusée chez les mâles, sans revêtir la vive coloration jaune citron de leurs congénères de l'ancien monde (*Sch. peregrina*); les femelles restent d'un jaune terreux avec le plastron et l'abdomen d'un gris ardoisé terne. Telle est la livrée qu'ils ont au printemps, époque où ils s'accouplent; les vols s'avancent plus bas vers le Sud (région sud des provinces précitées : l'Uruguay, prov. de Buenos-Aires), échelonnant leurs pontes sur tout leur parcours.

» Il est acquis maintenant que, chez les *Schistocerca* de l'ancien comme du nouveau monde, la coloration rouge caractérise la livrée d'hibernation, que la coloration jaune caractérise la livrée de noce et celle de la ponte.

» Les jeunes *Schistocerca* américains, à la naissance et après la première mue, sont verdâtres; à la fin du 1er stade, aux 2me, 3me et 4me stade, ils

---

(¹) Pendant l'hiver : fin juin 1898, province de Santa-Fé; septembre, prov. de Corrientes, Chaco, République du Paraguay. Au printemps : octobre, prov. d'Entre-Rios, de Santa-Fé. Au cours de l'été : novembre et décembre 1898, janvier 1899, prov. de Buenos-Aires. A l'automne : mai 1900, prov. de la Rioja, de Catamarca, de Tucuman.

prennent une teinte jaunâtre sur laquelle se détachent les maculatures noires; aux 5me et 6me stade, ils sont franchement jaunes, alors que la tête et les pattes deviennent d'un rouge brunâtre; sur le corselet, de larges taches latérales et une bande médiane, sur les étuis des ailes, sur les cuisses, sur l'abdomen, des maculatures se détachent en noir. Arrivés au terme de leur accroissement, la métamorphose approchant, la coloration jaune fait place à une coloration rosée; la métamorphose accomplie, l'insecte adulte conserve une teinte rosée sur laquelle tranchent les bandes du corselet et les taches des cuisses postérieures, passant peu à peu du grisâtre au noir foncé; les maculatures brunes des élytres et de l'abdomen n'apparaissent qu'en dernier lieu. Chose digne de remarque, à l'état libre comme en captivité, la livrée des jeunes Acridiens n'est pas toujours conforme au type; il n'est pas rare de rencontrer des individus dont la coloration varie du vert tendre au vert foncé, du jaune clair au jaune citron, d'autres qui présentent toutes les nuances comprises entre le gris rosé et le gris foncé; chez ceux-ci comme chez ceux-là, les maculatures s'effacent ou sont remplacées par un léger pointillé ou s'accusent de plus en plus pour arriver au noir profond. Quelle que soit la teinte du pigment, si elle se manifeste encore dans les premières phases de la métamorphose, elle fait place, lorsque les élytres et les ailes sont développées, à la teinte rosée caractéristique.

» Les *Schistocerca* dits *paranensis* adultes, appartenant à cette nouvelle génération, ne revêtent pas, en prenant de l'âge, la couleur rouge carminée originelle de leurs parents; ils prennent une teinte grisâtre (variété *autumnalis* de Conil), et bientôt la teinte jaunâtre qui indique qu'ils sont prêts à s'accoupler. Ils ne demeurent pas sur le territoire où ils se sont développés; ils remontent vers le nord-nord-ouest (février et mars), et c'est dans les vastes régions boisées, véritables déserts habillés, des provinces de Santiago de l'Estero, de la Rioja, de Catamarca, qu'ils vont donner naissance à une seconde génération dont les individus ailés qui en seront le dernier terme, obligés de passer la morte-saison dans les provinces septentrionales de la République Argentine, et même plus au nord, prendront la coloration rouge carminée, qui est la livrée d'hivernage.

» Ces observations démontrent que la matière pigmentaire affecte des colorations diverses et se montre sous la forme de *zoonérythrine* de Méréjkowski, en jouissant des mêmes propriétés; c'est sous cette forme qu'elle est rejetée lors de la métamorphose, son rôle accompli, et qu'elle s'emmagasine, chez les individus hibernants, à titre de réserve physiologique. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie des Œillets produite par le* Fusarium Dianthi *Prill. et Delac.* Note de M. G. DELACROIX, présentée par M. Prillieux.

« Des recherches antérieures ([1]) ont permis d'attribuer la grave maladie qui sévit à Antibes sur les Œillets à un ascomycète imparfait, que M. Prillieux et moi-même avons appelé *Fusarium Dianthi* nov. sp. et auquel nous avons décrit des chlamydospores.

» J'ai pu, cette année, compléter ces données biologiques et apporter quelques faits nouveaux au sujet du traitement de la maladie.

» Les chlamydospores, le plus souvent isolées à l'extrémité de ramifications latérales, courtes et grêles, sont quelquefois sessiles sur le filament ou même placées sur son trajet. A maturité, la surface de la chlamydospore est lisse ou munie de quelques aspérités mousses; la couleur est souvent hyaline, mais peut devenir, chez les chlamydospores âgées, brun jaunâtre clair. Dans des cultures exposées au froid de l'hiver, j'ai vu apparaître sur un certain nombre de filaments mycéliens et sur leur trajet même des chlamydospores allongées de 30 à $35\mu \times 18\mu$, avec 3 ou 4 cloisons transversales, à paroi légèrement colorée et lisse.

» La germination des chlamydospores ne se produit qu'après une période de repos. Les chlamydospores issues de la germination de conidies *Fusarium* n'ont pu se développer qu'à partir de cinquante jours après leur apparition.

» En chambre humide, dans l'eau distillée et à la température de 22°C., les chlamydospores commencent à germer vers la seizième heure après l'ensemencement. Elles produisent un, ou parfois deux filaments, perforant l'exospore et sortant au dehors tapissés par l'endospore; les filaments germinatifs qui peuvent s'anastomoser avec leurs voisins produisent des conidies du type *Cylindrophora*, et quelques jours plus tard des chlamydospores peu nombreuses. Très rarement la chlamydospore produit en germant une spore secondaire arrondie, hyaline, à paroi mince, de 9 ou 10μ de diamètre, dont je n'ai pu suivre le développement. Ensemencées dans les milieux nutritifs, les chlamydospores se comportent comme les conidies *Fusarium*, reproduisant le même mycélium avec toutes ses fructifications.

» La durée de survie des chlamydospores ne paraît pas dépasser un an. Dans une culture sur pomme de terre datant de onze mois, la minorité seulement des chlamydospores germaient.

» J'ai pu mettre en évidence la présence des chlamydospores dans un

---

([1]) L. MANGIN, *Comptes rendus*, 6 nov. 1899; L. MANGIN, *Société de Biologie*, 17 mars 1900. — PRILLIEUX et DELACROIX, *Comptes rendus*, 13 nov. 1899. — G. DELACROIX, *Conférence faite à Antibes* (*Progrès agricole*, 18 février 1900).

sol où des œillets malades avaient pourri. Ce fait montre que ce sont les chlamydospores qui amènent la persistance de la maladie par l'intermédiaire du sol. Le bouturage d'œillets malades, qui donne naissance à des œillets de même atteints par le parasite (Mangin), et cette infection progressive du sol ont ainsi amené dans la région d'Antibes l'extension considérable que la maladie a prise en quelques années.

» La culture sous verre semble faciliter l'infection, peut-être par production d'un certain degré d'étiolement qui diminue l'incrustation des membranes. Les variétés cultivées à l'air libre sont les moins vulnérables; mais il ne semble pas qu'il y en ait de réfractaires même parmi les plus rustiques.

» L'infection se fait par des plaies. D'après M. Mangin, les anguillules et acariens joueraient à ce point de vue un rôle important ([1]).

» Mes expériences m'ont démontré que, dans un sol contaminé, le nombre des boutures qui s'infectent peut atteindre un chiffre important. Sur 20 boutures ainsi faites, 12 ont pris racine, et parmi elles 5 pieds d'œillets furent atteints de la maladie. La proportion d'œillets racinés qui s'infectent dans un sol contaminé est beaucoup moindre.

» Le traitement à opposer à la maladie est purement prophylactique. Il comporte : 1° la destruction du reste des œillets malades, *avant l'apparition des conidies*, par incinération avec écobuage des mottes de terre adhérentes; 2° un assolement au moins triennal pour les terres à œillets; 3° l'emploi de boutures provenant de régions indemnes du parasite.

» L'assolement n'est pas toujours possible, pour les petites exploitations en particulier. Comme palliatif et seulement à titre provisoire, la désinfection du sol s'impose surtout pour les sols destinés au bouturage des œillets. La désinfection sera opérée sur le sol nu avec des substances s'éliminant ou se décomposant dans le sol en produits inoffensifs. Le sulfure de carbone, l'aldéhyde formique et, dans des cas plus rares, le sulfate de fer sont les substances qui conviennent le mieux.

» Le sulfure de carbone en vapeurs à saturation dans l'air à 15° tue les conidies de *Fusarium Dianthi* en moins de sept heures. A la douzième heure, toutes les chlamydospores sont détruites. Les germinations sont plus sensibles; elles n'exigent pas les vapeurs à leur tension maxima. Le sulfure de carbone sera appliqué en deux fois et à la dose de 240^{gr} par mètre carré.

([1]) *Société de Biologie*, 17 mars 1900.

» Le sulfate de fer ne peut être utilisé que dans des sols à peu près dépourvus de calcaire; sinon il est décomposé trop rapidement pour que son action sur les chlamydospores se produise.

» Le sulfure de carbone convient mal aux terres fortement argileuses, où il se diffuse difficilement. C'est dans les cas où les deux substances en question sont inapplicables que l'aldéhyde formique sera utilisé; il convient d'ailleurs à tous les sols.

» L'aldéhyde formique en vapeurs tue les chlamydospores en une heure; ces organes ne germent pas dans des solutions de formol du commerce (40 pour 100 d'aldéhyde formique) diluées au $\frac{1}{1000}$. Pour la désinfection du sol, une solution à $\frac{1}{300}$ et à la dose de 10^{lit} ou 12^{lit} par mètre carré sera suffisante, appliquée en deux ou trois fois.

» La solution hydro-alcoolique de naphtol β à $\frac{1}{2400}$ préconisée par M. Mangin est insuffisante. Les chlamydospores y germent presque aussi vite que dans l'eau. »

GÉOLOGIE. — *Sur la production simultanée de deux sels azotés dans le cratère du Vésuve.* Note de M. **R.-V. Matteucci**, présentée par M. de Lapparent.

« La période éruptive inaugurée au Vésuve le 3 juillet 1895, et dont j'ai antérieurement entretenu l'Académie, s'était poursuivie avec des caractères constants durant cinquante mois, lorsque, le 1er septembre 1899, la lave cessa de couler par la fissure latérale.

» A partir de ce jour, le cratère, alors profond de 200^{m}, commença à se combler de nouveau. Le 24 avril 1900, il n'avait plus que 80^{m} et abritait un magma plus basique en même temps que plus riche en produits aériformes. De ce jour date le début d'une période de violente activité, qui a duré un mois entier. Il ne s'est fait aucune émission de lave, mais les explosions dans le cratère ont été extrêmement fortes, spécialement du 4 mai au 14 mai, avec un maximum dans la journée du 9 mai. Le bruit des explosions était tel, qu'il a été distinctement perçu dans toute la *Campania Felice*.

» Le cratère s'est élargi de 4^{m} à 5^{m}. Il mesurait à la fin 164^{m} dans la direction du Nord-Est et 180^{m} dans celle de l'Est à l'Ouest; sa circonférence était de 540^{m}.

» Il y a eu une forte production de flammes dues, pour la majeure partie, à l'hydrogène sulfuré et aux vapeurs de soufre.

» La plus grande hauteur atteinte par les bombes et les scories a été de 537^{m} à partir du fond du cratère.

» Le plus gros de tous les blocs, lancé le 9 mai, mesurait environ 12^{mc}, avec un poids approximatif de 30 tonnes. Ce bloc a employé environ dix-sept secondes pour parcourir sa trajectoire entière, tombant sur le sol avec une vitesse d'au plus 80^{m} par seconde. La force vive des vapeurs qui l'ont projeté peut être évaluée à 45599635^{kgm}, soit 607995 chevaux-vapeur.

» La quantité de matériaux solides rejetés par le cratère, pendant toute la durée de la période explosive d'avril à mai, a été d'environ un demi-million de mètres cubes. Ces projections ont accru de 10^{m} l'altitude du Vésuve, dont le point le plus haut, qui auparavant était à 1293^{m} au-dessus du niveau de la mer, est actuellement à 1303^{m}.

» Je me suis tenu sur le Vésuve pendant trois jours consécutifs, du 11 au 13 mai. Le 13, dans la matinée, on remarquait seulement une violente émission de vapeurs; mais vers midi les explosions recommencèrent et devinrent bientôt d'une intensité extraordinaire. Du bord du cratère j'en suivais parfaitement le mécanisme, lorsque je fus surpris par une explosion formidable qui fit pleuvoir autour de moi des myriades de blocs et de scories incandescentes auxquels je n'échappai que par miracle. Parmi les phénomènes les plus importants, j'ai noté l'incandescence complète du cratère et la multitude des bombes explosives qui éclataient en l'air pendant leur course. C'était un spectacle merveilleux ([1]).

» C'est alors que je vis tomber autour de moi des lapilli revêtus de sel ammoniac et des scories que recouvrait une patine luisante, d'aspect métallique, formée d'azoture de fer.

» On sait qu'à la suite des expériences de Henri Sainte-Claire Deville, M. O. Silvestri, en vue de contrôler leur application à la théorie du volcanisme, et notamment de déterminer le rôle qu'y peuvent jouer les dissociations chimiques, avait entrepris dès 1870, sur les laves de l'Etna, des

---

([1]) Le *Bollettino della Società sismologica italiana* publiera sous peu un Rapport plus complet que j'ai rédigé sur cette importante période explosive, et qui sera accompagné de photographies que j'ai réussi à sauver en même temps que ma propre existence.

observations qui l'ont conduit à des résultats très satisfaisants sur la genèse de certains composés azotés des volcans.

» Ainsi, en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique sur des silicates ferrifères réchauffés, Silvestri obtenait de l'eau, de la silice libre et des chlorures de fer. En réchauffant ces chlorures dans un courant d'ammoniaque, outre l'hydrogène et le chlorure ammonique, il se faisait de l'acide chlorhydrique et de l'azoture de fer. Enfin, en faisant réagir ensemble, sur la lave réchauffée, l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque (ou le chlorure ammonique), on obtenait de l'hydrogène pur, de l'acide chlorhydrique et de l'azoture de fer, avec séparation de sel ammoniac.

» Sans méconnaître la grande différence qui sépare les opérations de la nature de celles de nos laboratoires, puisqu'il m'a été donné de constater un véritable isochronisme pour la production du chlorure ammonique et de l'azoture de fer dans le cratère du Vésuve, je me crois fondé, d'après les résultats expérimentaux ci-dessus exposés, à admettre qu'il existe un lien génétique intime entre ces deux composés azotés d'origine volcanique. »

M. **Armand Gautier**, à propos du travail de M. *Matteucci*, s'exprime ainsi :

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 647), j'ai déjà indiqué l'azoture de fer comme l'un des générateurs des sels ammoniacaux qui se forment dans les laves volcaniques. Quant à l'observation qu'on a faite depuis longtemps de l'explosion des bombes lancées par le cratère, mes recherches actuelles sur les produits accessoires des roches ignées paraissent devoir en donner aussi l'explication. L'ophite, véritable lave épanchée autrefois des profondeurs, donne, lorsqu'on la porte au rouge, jusqu'à onze fois son volume de gaz où prédomine l'hydrogène. Ce dernier m'a paru formé surtout par l'action de l'eau de constitution de la roche sur des matières métalliques où prédomine le fer en partie associé à l'hydrogène, au carbone et à l'azote, que je viens de découvrir dans les ophites, les lherzolites et les granits. Je ferai connaître ces faits en détail dans une prochaine séance de l'Académie. »

GÉOLOGIE. — *Sur la continuité tectonique du Tonkin avec la Chine*. Note de M. A. LECLÈRE, présentée par M. Michel-Lévy.

« M. de Richthofen a présenté le 18 octobre, à l'Académie des Sciences de Berlin, une description du grand système d'affaissement de l'Asie orientale, dont la découverte fondamentale lui est due, et dont l'importance tectonique a été aussi mise en lumière par M. Suess. Le Mémoire de M. de Richthofen présente un grand intérêt pour la coordination des résultats de mon voyage dans la Chine méridionale. Il précise un grand nombre d'appréciations, qui s'appliquent aussi bien aux régions que j'ai étudiées qu'à celles qui ont été explorées par M. de Richthofen lui-même. Il reconnaît notamment le prolongement de la zone d'affaissement vers le sud et lui donne le nom d'arc du Hou-Kouang.

» Interprétant les rares indications qui existaient avant mon voyage sur la Géologie du Kouang-Si, M. de Richthofen émet l'opinion que l'arc du Hou-Kouang serait dévié vers le sud-ouest pour passer par Lao-Kay. Il importe donc d'exposer, au sujet du maintien de la direction initiale de cet arc et de son passage par l'embouchure du fleuve Rouge, les renseignements précis que l'autorisation de M. le Ministre des Colonies me permet maintenant de publier ([1]).

» 1° Il faut renoncer à concilier toutes les appréciations qui ont été publiées sur la Géologie du Tonkin. Elles conduisent M. de Richthofen à considérer cette contrée comme une région basse, analogue à la partie centrale du Kouang-Si. Dernièrement encore, M. Sarran ([2]) la présentait comme occupée par une formation tertiaire de 1000^m d'épaisseur. Or elle contient, de part et d'autre du fleuve Rouge, des massifs élevés, profondément découpés par l'érosion fluviale. Ils sont formés par des terrains cristallophylliens, qui règnent jusqu'à 1500^m d'altitude, et portent des couronnements tabulaires atteignant souvent et dépassant parfois 1800^m. La base du système carbonifèrien, bien déterminée par sa superposition à un horizon du Dévonien supérieur (Douvillé), s'abaisse graduellement depuis Ta-Li-Fou (2400^m) jusqu'à l'origine du delta du fleuve Rouge, où elle se trouve encore à environ 1000^m d'altitude.

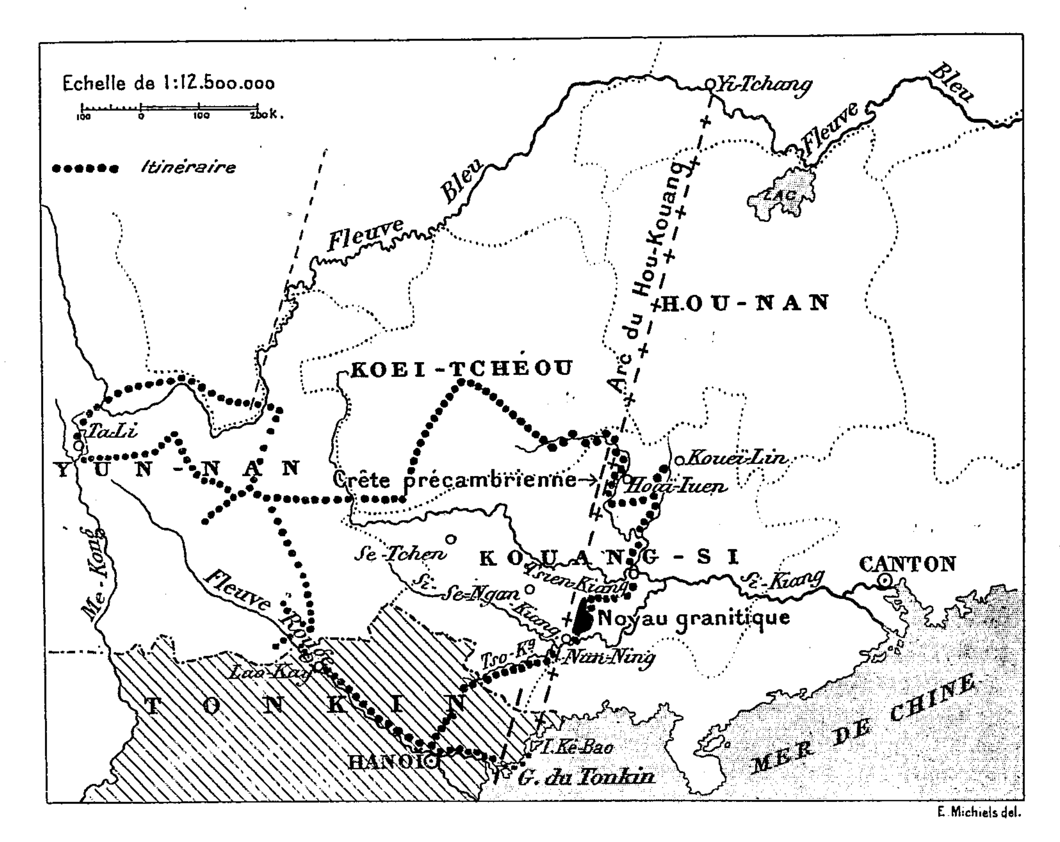
» Sauf les dépressions locales créées par le réseau des fractures du fleuve Rouge

---

([1]) *Comptes rendus*, Notes du 22 janvier 1900, M. LECLÈRE; du 22 janvier, M. ZEILLER; du 29 janvier, MM. MICHEL-LÉVY, LACROIX et LECLÈRE; du 26 février, M. DOUVILLÉ.

([2]) *Revue Indo-Chinoise*, février 1899.

(signalées antérieurement par M. Jourdy, et qui ont précédé dans la région l'apparition du relief actuel), les formations du Tonkin prolongent les gradins étagés du Yun-Nan et du Kouei-Tcheou, dans lesquels tous les mouvements géologiques importants sont orientés dans la direction nord-nord-est.



E. Michiels del.

» 2° C'est seulement le long de la côte du Tonkin qu'on voit s'abaisser rapidement l'horizon inférieur du système carboniférien. Une série de fractures, dirigées nord-nord-est, le font descendre jusqu'au-dessous du niveau de la mer. On peut les observer sur une longueur de 50^{km} dans l'archipel d'Along. Le rivage montre des lambeaux de terrain rhétien, portés par le calcaire carboniférien. Les couches de houille qu'il contient, reconnues à Ke-Bao jusqu'à 300^{m} de profondeur, y sont relevées presque jusqu'à la verticale, en conservent une direction générale parallèle à celle des fractures nord-nord-est. Les déterminations de MM. Douvillé et Zeiller rattachent étroitement ce terrain au bassin mésozoïque du Se-Tchouan par une série de lambeaux intermédiaires, tous situés dans des régions hautes.

» L'existence d'une zone d'affaissement est ainsi certaine le long de la côte du Tonkin, indépendamment de tout rattachement au grand système de l'Asie orientale. Elle mesure environ 40^{km} de largeur.

» 3° Le prolongement géométrique de cette zone vers le nord, dans sa direction nord-nord-est, englobe, en fait, à partir de la région septentrionale du Kouang-Si, l'affaissement que j'ai signalé sur la frontière du Kouei-Tchéou, et se confond jusque dans la région d'I-Tchang avec l'arc du Hou-Kouang, tel qu'il a été défini par M. de Richthofen.

» J'ajouterai que l'affaissement limite du Kouei-Tchéou et du Kouang-Si montre, dans son ensemble, la direction nord-nord-est. Il se termine, au bord de la rivière de Hoai-luen-Chien, par une longue crête précambrienne nettement orientée nord-nord-est. Cette observation résulte du levé topographique qui a été dressé par le vicomte de Vaulserre, pendant tout le cours de notre voyage, depuis Ta-Li-Fou jusqu'à Nan-Ning-Fou.

» 4° Aucun renseignement ne permet de conclure qu'au nord-ouest de Nan-Ning-Fou le Kouang-Si soit uniquement composé par l'extension de l'ensemble de collines basses (Flache Huegelland, de M. de Richthofen) qu'on aperçoit autour des grandes artères fluviales. Ces régions n'ont jamais été traversées par voie de terre. Elles sont occupées par des populations rebelles, et je n'ai pu m'en approcher qu'avec une escorte de 200 soldats chinois. Tous les fleuves et les routes de caravanes les contournent. Les indications que j'ai recueillies dans le pays tendent à prouver qu'elles renferment, notamment entre Se-Ngan et Se-Tchen, de grandes surfaces escarpées dont le régime hydrographique paraît semblable à celui du Yun-Nan.

» M. de Richthofen y signale une falaise calcaire traversée par M. Bourne, consul d'Angleterre, auprès de Iao-Mong-Tsoun. Or la description donnée est précisément celle d'un de nos horizons (calcaire rhétien). Les formations mésozoïques seraient donc conservées dans ces régions comme au Yun-Nan. On sait qu'elles ne se rencontrent pas dans le bassin central du Kouang-Si, occupé par des dépôts récents, sous lesquels j'ai constamment reconnu, depuis Kouei-Lin-Sen jusqu'à Tsien-Kiang-Chien, un horizon presque uniforme appartenant au Carboniférien inférieur. Dans les pointements de cette formation calcaire. M. de Vaulserre a encore relevé des alignements nord-nord-est.

» 5° Il existe un indice positif du passage d'un mouvement tectonique dans le voisinage de Nan-Ning-Fou. Entre Tsien-Kiang et cette ville, nous avons traversé un noyau granitique très escarpé, dont la nature a été déterminée par MM. Michel-Lévy et Lacroix, comme un véritable granite de profondeur. M. de Richthofen fait remarquer combien les noyaux de ce genre sont rares en Chine, où ils ne jalonnent que les accidents tectoniques les plus importants. Le granite de Nan-Ning est bordé à l'ouest par le Précambrien, qui affleure notamment sur les bords du Si-Kiang. Le long de la rivière de Koun-Loun-Kouan [1], le granite forme une longue crête nord-nord-est à laquelle M. de Vaulserre attribue une altitude de 900^m. Nous avons effectivement atteint 420^m sur un des contreforts, Nan-Ning étant à 120^m.

» Tels sont les faits qui paraissent démontrer que la zone d'affaissement

---

(1) Carte de Friquegnon.

de l'Asie orientale n'est pas déviée d'une manière définitive vers le sud-ouest dans la province du Kouang-Si. A travers les démantèlements et les déviations locales, cette zone paraît se prolonger jusqu'à l'embouchure du fleuve Rouge, en passant auprès de Nan-Ning-Fou. Il n'existe ainsi aucune limite tectonique entre le Yun-Nan et le Tonkin. Même la houille rhétienne, dont M. de Richthofen a signalé la qualité supérieure dans les régions centrales du Se-Tchouan, conserve cette qualité jusqu'au Tonkin. La disparition des matières volatiles dans les gisements de la côte est un phénomène local, concomitant avec l'apparition de roches porphyriques. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Examen chimique et minéralogique de la météorite de Lançon;* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Le 20 juin 1897, à $8^h 30^m$ du soir, on fut témoin à Lançon (Bouches-du-Rhône) des phénomènes sonores et lumineux qui accompagnent d'une manière si constante l'arrivée de masses météoriques sur la terre. Grâce à M. le marquis de Mauroy, que je me fais un devoir de remercier très vivement, la collection du Muséum d'Histoire naturelle possède de cette chute un excellent échantillon de 700^{gr}, qui m'a permis une étude complète.

» La roche est d'un gris de cendre clair, qui contraste avec le noir profond de l'écorce dont elle s'est revêtue pendant son trajet atmosphérique; on y voit des lignes noires, qui ne sont que la section de surfaces de ruptures et de frottement qui traversent la masse dans une direction dominante, avec un parallélisme approximatif.

» On sait que, malgré les époques, très éloignées l'une de l'autre, où la croûte et ces surfaces noires internes ont pris naissance, et malgré les conditions différentes qui ont accompagné leur genèse, elles résultent d'un phénomène commun : la transformation métamorphique de la roche grise constituante, sous l'influence d'un échauffement local, qui s'est produit à la surface au moment de la précipitation sur le sol, et dans l'épaisseur de la roche bien antérieurement et au sein même du gisement originel de la masse.

» La densité de la météorite, prise sur six petits éclats pesant ensemble $3^{gr},452$, a été trouvée égale à 3,482 à la température de 12°.

» Pour l'analyse, j'ai soumis d'abord à l'aimant, et avec toutes les précautions nécessaires, 2^{gr} de poussière amenée à l'état de finesse maxima par le broyage dans le

mortier d'Abidi, puis dans un mortier d'agate. On a séparé ainsi $0^{gr},176$ de grenailles très malléables, soit 8,80 pour 100. Malgré leur abondance, ces grenailles sont presque absolument invisibles sur les surfaces de cassure de la météorite, mais elles apparaissent très nettement sur les surfaces polies, et on les voit avec tous leurs détails dans les lames minces, où le microscope permet d'apprécier les traits de leurs formes, qui sont très remarquables. Elles sont en effet plus ramassées que d'habitude et, quoique ramifiées, beaucoup moins riches en filaments et en membranes enveloppant les éléments pierreux. Souvent aussi elles offrent, dans quelque région de leurs contours, des profils anguleux qui font penser d'autant plus à des sections de cristaux que les angles, mesurés approximativement, se rapprochent assez souvent de 90°.

» Il a été très facile, sur un petit lot de ces grenailles purifiées de matières étrangères, de reconnaître la présence du nickel, dont la proportion a été trouvée de 8,21 pour 100 du poids total de ces grenailles.

» Avant d'analyser la partie pierreuse, j'ai fait quelques essais pour en isoler des minéraux métalliques non magnétiques, et il a été tout d'abord aisé d'y reconnaître le mélange d'une notable quantité de sulfure, car la poussière fine, placée, même à froid, au contact de l'acide chlorhydrique étendu, a dégagé beaucoup d'hydrogène sulfuré. 10^{gr} de la poussière fine de la météorite, privée des grenailles métalliques (et correspondant dès lors à $10^{gr},8$ de la roche normale) ont été attaqués avec les précautions voulues par l'acide azotique fumant. La solution étendue d'eau a été précipitée par le chlorure de baryum, qui a donné $1^{gr},812$ de sulfate, correspondant à 6,35 pour 100 de pyrrhotine dans la météorite. Cete pyrrhotine est en grains extraordinairement fins et imprègne pour ainsi dire toute la masse.

» On a tenu compte, en outre du sulfure de fer, d'une petite quantité de grains noirs bien visibles dans certaines parties des lames minces et que l'emploi de la liqueur lourde de Thoulet a permis de séparer. Ils sont formés presque exclusivement de fer chromé, dont la nature a été démontrée par la production de chromate de plomb, après fusion avec le nitrate et le carbonate de potasse. La proportion dans la météorite en a été évaluée à 0,54 pour 100 du poids total.

» Pour ce qui est de la portion pierreuse ou silicatée de la météorite, j'ai d'abord recherché la proportion des minéraux attaquables à l'acide chlorhydrique étendu et celle des minéraux qui résistent à ce réactif. Pour cela, 5^{gr} de roche pulvérisée furent abandonnés à une douce température avec l'acide pendant une centaine d'heures. On agitait de temps en temps le ballon à fond plat dans lequel se faisait l'attaque et où l'on avait placé deux petits éclats de quartz, destinés à rendre cette agitation plus efficace contre la réunion des matières par l'interposition de la silice gélatineuse. Le produit de la réaction, bien lavé à l'eau distillée chaude, puis mis en digestion avec une lessive de potasse et enfin lavée de nouveau, donna un résidu pesant $2^{gr},6105$, ce qui fait 52,21 pour 100 de la météorite. Par différence, on trouve que les parties solubles représentent 32,10 pour 100.

» Il m'a paru inutile de faire de chacune de ces portions une analyse chimique complète. En effet, la partie soluble n'a donné aux réactifs, en quantités notables, que la silice, la magnésie, le fer et le nickel, et l'on est d'autant plus incité à la regarder comme formée de péridot que l'examen microscopique des lames minces montre dans

la roche une grande abondance de ce minéral parfaitement caractérisé. On a si souvent analysé cette portion attaquable, dans des météorites ayant la plus grande analogie de caractères extérieurs avec la pierre de Lançon, qu'on est autorisé à se considérer comme définitivement éclairé à cet égard.

» La partie insoluble est un peu plus complexe, et l'examen microscopique nous conduit à y admettre le mélange de minéraux pyroxéniques et spécialement d'enstatite, avec quelques minéraux alumineux (plagioklase), mais en très faible proportion.

» Cette analyse peut donc se résumer par la composition minéralogique suivante :

Fer nickelé	8,80
Pyrrhotine	6,35
Fer chromé	0,54
Enstatite (avec plagioklase)	52,21
Péridot (par différence)	32,10
	100,00

» L'examen microscopique des lames minces montre que ces minéraux sont associés d'une façon très intime, le fond de la roche étant composé d'un mélange de fragments cristallins limpides et le fer nickelé y faisant des grenailles dispersées sans ordre avec une abondance très inégale suivant les points. Les chondres proprement dits font à peu près défaut.

» En somme, la météorite de Lançon semble à première vue appartenir lithologiquement au type *Chantonnite*, qu'on peut définir en disant qu'il consiste en *Aumalite* veinée de lignes noires. Il y aurait lieu cependant, à cette occasion, de rechercher quelles sont les limites réciproques de ces deux types Aumalite et Chantonnite, car la question est plus intéressante qu'on ne le croirait d'abord. Il arrive, en effet, que la *veine noire* n'est pas parfaitement définie et qu'on peut tout de suite reconnaître des veines noires de deux sortes très différentes : les unes assez diffuses, larges et se fondant plus ou moins dans les régions voisines, et c'est ce que montre la météorite de Chantonnay que j'ai choisie naguère comme terme de comparaison; les autres, au contraire, sous forme de simples lignes si fines et si régulières qu'on les dirait tracées à la plume, et contrastant absolument avec la blancheur des points immédiatement voisins.

» Les actions qui ont développé les unes et les autres ne sont pas identiques et l'on pourrait appeler les premières des *marbrures*, en conservant aux autres le nom de *lignes cosmiques* qui leur a été attribué déjà. La vraie Chantonnite, c'est la roche à marbrures; la météorite de Lançon ne présente que des lignes cosmiques, et, à ce titre, il faut la classer dans le type Aumalite; et cela montre une fois de plus comment la classification litho-

logique stricte doit accepter une sorte de tempérament comme conséquence des études d'ordre géologique. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur quelques applications thérapeutiques de la lumière.* Note de M. P. Garnault, présentée par M. Alfred Giard.

« Les applications thérapeutiques de la lumière se sont multipliées dans ces dernières années, et les résultats obtenus ont été réunis dans l'excellent livre du Dr Gebhardt (1).

» Mon attention a été particulièrement appelée sur ce sujet par M. Trouvé, qui a préalablement été le premier à constater l'efficacité thérapeutique de l'agent lumineux. Il observa, en effet, dès 1893, qu'un ouvrier perclus de rhumatismes se trouva complètement guéri, à la suite d'un séjour de quarante-huit heures dans le voisinage d'une source de lumière électrique intense, employée à la production des fontaines lumineuses. Depuis, on a constaté que, dans les usines où l'on employait le procédé de la soudure électrique, qui s'accompagne de très grandes intensités lumineuses, les ouvriers ont cessé de subir les atteintes de la goutte et du rhumatisme. Les appareils que j'ai utilisés ont été construits spécialement pour mes recherches par M. Trouvé.

» Dans aucun cas je n'ai eu recours, jusqu'à présent, aux bains généraux de lumière. N'ayant traité que des affections locales, je me suis contenté d'actions locales. On ne peut donc attribuer les résultats que j'ai obtenus à la sudation, qu'invoque principalement Winternitz et qui, en effet, se produit très rapide et très intense dans les bains de caisse lumineux. C'est à l'action de l'agent lumineux, accompagné ou non de la chaleur radiante, que les effets thérapeutiques observés dans le cours de mes recherches peuvent être attribués.

» Des applications lumineuses, avec une lampe à incandescence de 50 bougies, munie d'un réflecteur parabolique argenté, ont été faites par M. Trouvé ou par moi sur huit cas de rhumatisme musculaire ou articulaire, de gravité moyenne et remontant à plusieurs années, et l'on a obtenu, dans tous les cas, une amélioration très marquée, non suivie de récidive, au bout d'un nombre de séances variant de trois à douze.

(1) Dr W. Gebhardt, *Die Heilkraft des Lichtes, Entwurf zu einer wissenschaftlichen Begründung des Licht-Heilverfahrens* (*Phototherapie*). Leipzig; 1898.

» Deux cas d'ulcères variqueux anciens et très rebelles ont été amenés à cicatrisation complète en huit et douze séances.

» Trois cas d'angine aiguë, avec amygdalite très marquée, ont avorté au bout de huit séances, d'nne demi-heure chacune répétée deux fois par jour.

» Le catarrhe chronique du nez peut être sensiblement amélioré, ainsi que l'ozène, par les applications de lumière combinée au massage vibratoire. Malheureusement, il est difficile d'obtenir des malades qu'ils se soumettent aux traitements de longue durée qui sont nécessaires.

» Enfin, j'ai fait plusieurs applications du traitement lumineux dans les cas de surdité, compliquée ou non de bourdonnements, au moyen de lampes de 10 volts munies d'un réflecteur, réunies par un ressort, et que l'on peut appliquer simultanément sur les deux oreilles.

» J'ai observé, presque dès le début de mes recherches, que, chez les sourds où le signe de Rinne est positif, l'application de la *lumière chaude* amenait rapidement l'aggravation des symptômes. J'ai interposé sur le trajet des rayons lumineux une cuve de verre à parois parallèles, remplie d'une solution saturée d'alun, destinée à arrêter les rayons calorifiques. Dans ces conditions, j'ai observé sur les cas encore peu nombreux soumis à mon expérience (trois), surtout la diminution notable des bourdonnements, et aussi une amélioration de la surdité.

» Chez les sourds, au contraire, où le signe de Rinne est négatif, qu'ils aient des bourdonnements ou non, j'ai trouvé avantage à employer la lumière électrique complète, sans interposer sur son trajet la caisse absorbante de la chaleur. Dans les cas où les bourdonnements sont intenses, la lumière des lampes doit être, en général, moyennement poussée; dans les cas où il n'y a pas de bourdonnements, on peut la pousser fortement.

» L'observation la plus complète a porté sur une personne de trente ans ayant subi, l'année précédente, l'ablation de la membrane du tympan et des osselets. L'opération avait réduit, du côté opéré, et d'une façon très notable, l'intensité des bourdonnements qui, du côté non opéré, étaient restés intolérables.

» Une première série d'applications lumineuses les fit disparaître. Ils reparurent cependant à la suite d'un très gros rhume, au commencement d'octobre, mais disparurent à nouveau après une nouvelle série d'applications.

» Dans tous les cas traités (douze) de surdité, avec épreuve de Rinne négative, le traitement lumineux combiné avec le massage vibratoire, au moyen de la sonde à ressort de Lucas, et pour quelques-uns avec les douches d'air, m'a paru améliorer beaucoup plus rapidement et plus complètement la surdité que n'auraient pu le faire ces traitements, à l'exclusion de l'agent lumineux.

» *Conclusions.* — La lumière, *chaude ou froide*, peut être utilisée, dans un certain nombre d'affections, comme agent local, avec grand avantage, et les résultats obtenus sont dus certainement à son action spécifique. Les affections dans lesquelles je l'ai employée avec succès sont : les rhumatismes musculaire et articulaire chroniques, les ulcères variqueux, les

angines et les amygdalites, le catarrhe chronique du nez et l'ozène, le catarrhe chronique de l'oreille avec bourdonnements et surdité. »

M. **Auric** adresse une Note « Sur une propriété très générale des déterminants ».

M. **L. Godde** adresse une Note « Sur la gelée blanche et ses causes ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie, par l'organe de son doyen, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par la nomination de M. *Darboux* comme Secrétaire perpétuel :

En première ligne. . . . . M. **Painlevé**.

En deuxième ligne, par ordre alphabétique. . . . . MM. **Goursat**. **Humbert**.

En troisième ligne, par ordre alphabétique . . . . . MM. **Borel**. **Hadamard**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

G. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 DÉCEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LEVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Poincaré** fait hommage à l'Académie de la 2e édition de son Ouvrage intitulé : « Électricité et Optique ».

« Cet Ouvrage contient les leçons professées à la Sorbonne, en 1888, sur la théorie de Maxwell, les leçons professées, en 1890, sur la théorie de Helmholtz; les leçons professées, en 1898, sur les théories de Hertz et de Lorentz. Ces leçons ont été recueillies et rédigées par MM. Blondin, Brunhes et Néculcéa.

» Elles sont suivies de la reproduction de plusieurs articles relatifs à la théorie de Larmor. Toutes les théories électriques les plus récentes sont passées successivement en revue et discutées, ainsi que leurs applications à toutes les questions d'Électrodynamique et d'Optique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Darboux*, élu Secrétaire perpétuel pour les Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Painlevé obtient	. . . .	46 suffrages,
M. Goursat »	. . . .	6 »
M. Humbert »	. . . .	4 »

M. **Painlevé**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Examen des mœurs des Abeilles au double point de vue des Mathématiques et de la Physiologie expérimentale.* Mémoire de M. **Abraham Netter**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Marey, Gaudry, Perrier.)

« *Mathématiques.* — Ce n'est pas seulement dans la construction des rayons et des alvéoles que tout se produit mathématiquement, mais encore en maintes autres opérations de ces insectes : maximum de la récolte dans le moins de temps possible; répartition des ouvrières sur les fleurs proportionnellement au nombre des plantes d'une même espèce; dans les ruches, nombre des ventileuses presque rigoureusement proportionnel à l'augmentation journalière du poids du miel; alvéoles operculés seulement quand le miel qui s'y trouve ne contient plus que 25 pour 100 d'eau, etc. Dans les faits de cette catégorie, *proportions arithmétiques;* dans la construction des rayons et des alvéoles, *rapports géométriques* (1).

» *Physiologie expérimentale.* — D'après les entomologistes, quatre des

---

(1) Pour la justesse des constatations ici rapportées, voir la récente étude de M. Gaston Bonnier dans la *Grande Revue,* 1er août 1900.

évolutions des Abeilles seraient exécutées intentionnellement; or je crois pouvoir prouver que tous leurs mouvements, sans exception, sont de la nature des réflexes.

» *Évolution des jeunes Abeilles sortant pour la première fois de la ruche et voltigeant en arcs de cercle, ayant toujours la tête tournée vers leur habitation.* — Un petit fait expérimental enregistré par l'Entomologie donnera tout de suite ici l'explication. On met n'importe quelle Abeille sous une cloche avec du miel à sa disposition; elle cherchera uniquement une issue pour retourner à sa ruche, elle ne touchera pas au miel et se laissera mourir à côté de la nourriture. — *Impérieux besoin de revenir à la ruche,* cause des arcs de cercle avec la tête toujours tournée du côté de la demeure. Si, durant ces circuits de plus en plus élargis, l'image topographique des alentours se fixe dans le système nerveux, c'est à l'insu des jeunes Abeilles. Arrive le moment où elles voient les fleurs, elles se poseront sur les plantes et procéderont à la récolte le plus rapidement possible. C'est chose admise que cette prodigieuse extension du champ visuel chez les Abeilles provient de centaines de facettes dont se compose l'une des parties de leur appareil oculaire, remarque qui trouvera plus loin son à-propos.

» *Évolution des ventileuses.* — La ruche est si bien calfeutrée que l'air peut seulement s'y renouveler par l'orifice d'entrée; aussi, parmi les 10 000 à 100 000 Abeilles qui vivent dans ce milieu, en est-il que le *besoin de respirer* pousse vers le dehors, et si là elles agitent les ailes, ce n'est certes pas intentionnellement, pas plus que chez nous, quand, dans les grands froids de l'hiver, marchant dans la rue, nous précipitons nos pas machinalement.

» *Évolution des nettoyeuses.* — Tous les matins, le plancher de la ruche se trouve encombré d'objets de toute sorte, cadavres des Abeilles mortes, ceux des parasites tués la veille, excréments en quantité énorme, etc. Or, les premières Abeilles se heurtent contre ces obstacles, deviennent furieuses, et, s'en prenant aux objets, elles les poussent dehors. *Irritabilité,* cause déterminante du nettoyage.

» *Évolution des gardiennes.* — Ici encore l'*irritabilité* comme cause déterminante. Les Abeilles se jettent sur tout ce qui remue trop vivement devant elles, et de là la fureur de celles qui se trouvent sur le tablier en voyant arriver brusquement les guêpes, les frelons et autres parasites. Quant aux butineuses, revenant de la récolte et d'abord mal accueillies, celles-ci n'ont plus qu'une portion de l'odeur de leur colonie, la plus grande partie s'en étant dissipée à l'air libre.

» Au surplus, l'automatisme absolu des Abeilles est directement démontré par le résultat expérimental du déplacement de la ruche à quelques mètres seulement de distance. Les butineuses revenant des champs s'accroupissent et s'agglomèrent sur l'emplacement vide, grâce à la perfection de l'image topographique empreinte dans leur centre nerveux. L'Entomologie aurait déjà vu toutes choses ainsi si elle avait accepté l'idée émise en 1883, dans une étude sur les Fourmis, à savoir que chez les insectes vivant en société, mâles et femelles sont les organes génitaux de

la collectivité, tandis que le fonctionnement de l'ensemble des ouvrières est comparable à celui des *éléments anatomiques*, cellules cérébrales, hépatiques, rénales ([1]). Cette comparaison se justifie d'autant plus en ce qui concerne les Abeilles que dans deux circonstances elles sont accolées les unes aux autres, lorsqu'elles construisent les rayons et les alvéoles, et aussi au début de la formation des essaims : la *grosse grappe en forme de poire* est chose connue.

» L'examen des mœurs des Abeilles, au point de vue de la Physiologie expérimentale, soulève les questions suivantes :

» *a*. La nuit, dans les ruches, l'obscurité doit être profonde. Est-ce que les Abeilles posséderaient la faculté optique des chats et des chevaux?

» *b*. Parmi les animaux inférieurs, le même individu peut, tour à tour, vivre comme *aérobie* et comme *anaérobie*. Est-ce que dans les ruches, la nuit, parmi les détritus, il n'y en aurait pas fournissant l'oxygène? Quelles sont là les proportions relatives d'oxygène et d'acide carbonique, le jour et la nuit?

» *c*. Que l'on compose deux dessins : l'un représentant le groupe des alvéoles, l'autre celui des facettes des yeux composés, on verra, de côté et d'autre, des hexagones réguliers et, d'après M. Pérez, il y aurait dans le centre nerveux l'image d'une *mosaïque*. Est-ce que cette mosaïque ne serait pas le *plan* de la construction des alvéoles?

» Quoi qu'il en soit de ces questions, il est, ce me semble, démontré que les Abeilles sont de petites machines vivantes, fonctionnant automatiquement en toutes leurs évolutions. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations des Léonides et des Biélides, faites à Athènes.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. M. Lœwy.

« Le mauvais temps n'a permis l'observation des Léonides, cette année, à Athènes, que pendant les soirées du 14 au 17 novembre; la présence de la Lune gênait aussi ces observations.

» Le 14 novembre, le ciel a été en grande partie couvert; on n'a pu observer, de $16^h 40^m$ à $17^h 50^m$, que 6 météores, dont quatre de ζ Lion et

([1]) A. Netter, *L'homme et l'animal devant la méthode expérimentale.*

les deux autres de Régulus. Les coordonnées des radiants relatifs sont

$$\alpha = 153^\circ, \qquad 148^\circ,$$
$$\delta = +\ 27^\circ, \qquad +\ 15^\circ.$$

» Le 15 novembre, le ciel était beau; on a observé, de minuit à $17^h 50^m$, 36 étoiles filantes, dont 23 de ζ Lion et 9 de Régulus. Les coordonnées de ces radiants sont

$$\alpha = 150^\circ, \qquad 152^\circ,$$
$$\delta = +\ 24^\circ, \qquad +\ 15^\circ.$$

» Le 16 novembre, le ciel était nébuleux; de minuit à 17^h, on a vu 6 météores de ζ Lion et 9 de Régulus. Le 17 novembre, le ciel était très beau, mais on n'a vu aucun météore.

» Ces observations, ainsi que celles de l'année dernière faites à notre observatoire, indiquent que, outre le radiant principal des Léonides, il en existe encore un près de Régulus. Les météores qui ont émané du premier étaient faibles, tandis que ceux du second étaient de 1re et de 2e grandeur.

» L'état du ciel n'a permis, de même, l'observation des Biélides que pendant les soirées du 23 et du 24 novembre.

» Le 23 novembre, de 6^h à 18^h, on a vu 19 météores, dont 14 du radiant ordinaire des Biélides, 2 de β Andromède; 2 étaient sporadiques.

» Le 24 novembre, du soir au matin, on a observé 24 étoiles filantes, dont 19 du radiant ordinaire, 3 de β Andromède et 2 sporadiques.

» Les coordonnées du radiant principal des deux soirées sont

$$\alpha = 26^\circ, \qquad \delta = +\ 45^\circ.$$

» Les météores de ce radiant étaient très faibles (5e-6e grandeur) et jaunes.

» A ces observations ont pris part nos trois observateurs du service astronomique. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner), pendant le troisième trimestre de* 1900. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants :

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les dates extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en millionièmes de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observations et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres de groupes de taches contenus dans les zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches, toujours en millionièmes de l'hémisphère.

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

» Les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

» *Taches*. — Le nombre des groupes de taches notés est de 15 avec une surface totale de 242 millionièmes, au lieu de 14 groupes et 1181 millionièmes dans le précédent trimestre. On a donc 1 groupe en plus, mais, par contre, la surface totale a diminué des $\frac{4}{5}$. Cette forte diminution est remarquable en ce qu'elle se produit à la suite d'une augmentation croissante depuis un an : les surfaces totales trimestrielles enregistrées ont en effet été successivement, depuis le troisième trimestre de 1899, en chiffres ronds, de 500, 600, 1000, 1200 et enfin 200 millionièmes.

» Le nombre des jours sans taches continue à augmenter; il est en effet de 25 sur 59 jours d'observation, soit un nombre proportionnel de 0,42 au lieu de 0,31 noté précédemment.

» *Régions d'activité*. — Les facules ont diminué tant en nombre qu'en étendue; on a en effet au total 33 groupes avec une surface de 19,3 millièmes au lieu de 43 groupes et 28,2 millièmes. Cette diminution entre les deux hémisphères est de 4 groupes au sud et de 6 au nord.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1900. — 0,39			
2	1	7,9		+ 2	5
15-16	2	10,7		+ 8	7
18-19	2	14,6	—10		5
16	1	16,1		+ 4	2
15-27	11	20,9	— 7		87
19-24	4	25,3		+10	8
	23 j.		— 8°,5	+ 6°,0	
		Août 1900. — 0,60			
7-14	7	12,6		+ 5	9
12-14	3	15,4		+ 0	21
29- 3	4	29,7	—22		21
	20 j.		—22°,0	+ 2°,5	
		Septembre 1900. — 0,25			
3-10	6	6,4		+ 8	26
4-12	7	10,4	— 5		30
7	1	12,4	— 8		4
11-15	3	13,8		+ 6	5
15	1	17,4		+48	2
24	1	25,1	—26		10
	16 j.		—13°,0	+20°,7	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1900.	Sud 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
Juillet.....	»	»	»	»	2	2	4	4	»	»	»	»	6	114
Août......	»	»	1	»	»	1	2	2	»	»	»	»	3	51
Septembre.	»	»	1	»	2	3	3	2	»	»	»	1	6	77
Totaux..	»	»	2	»	4	6	9	8	»	»	»	1	15	242

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1900.	Sud 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
Juillet.....	1	»	1	2	2	6	7	4	1	»	»	2	13	6,8
Août......	»	»	2	1	1	4	5	2	»	»	2	1	9	6,7
Septembre..	»	1	1	»	2	4	7	3	»	»	»	4	11	5,8
Totaux...	1	1	4	3	5	14	19	9	1	»	2	7	33	19,3

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des Léonides faites à Rome, du 14 au 15 novembre* 1900. Note de M. **Rodriguez.**

« Dans la livraison des *Comptes rendus* du 19 novembre 1900, la Note de M. Janssen *Sur les observations des Léonides* contient cette indication :

Rome : Ciel couvert. Pas d'observations.

» Il m'a semblé qu'il serait peut-être de quelque importance de présenter à l'Académie le résultat des observations faites à l'observatoire du Vatican durant la nuit du 14 au 15 novembre.

Nos d'ordre.	Heure. comm^t	Grandeur.	Vitesse.	Couleur.	Observations.
	h m				
1	12. 7	3	»	»	ciel clair
2	12. 7	2	»	»	
3	12. 7	3	»	»	
4	12. 7	3	»	»	
5	12. 8	3	»	»	
6	12. 9	2	*ll*	*b*	
7	12. 9	3	»	»	
8	12.10	1	»	*b*	enflamm. 2 fois
9	12.10	3	»	»	
10	12.11	3	»	»	
11	12.14	3	»	»	
12	12.15	3	*l*	*b*	
13	12.15	3	*l*	*b*	
14	12.15	2	»	»	
15	12.15	3	»	»	
16	12.16	1	*ttt*	»	
17	12.19	3	»	»	
18	12.19	3	»	»	
19	12.22	3	»	»	
20	12.22	3	»	»	
21	12.23	3	»	»	
22	12.23	3	»	»	
23	12.23	3	»	»	
24	12.23	2	»	»	
25	12.23	3	»	»	
26	12.23	3	»	»	
27	12.25	3	»	»	
28	12.25	3	»	»	
29	12.25	3	»	»	
30	12.26	3	»	»	
31	12.26	3	»	»	
32	12.27	3	»	»	
33	12.27	1	*tt*		*b*
34	12.35	3	»	»	
35	12.36	2	*ll*	»	
36	12.36	3	»	»	
37	12.37	2	»	»	
38	12.37	2	»	»	
39	12.38	2	»	»	
40	12.45	3	»	»	
41	12.45	3	»	»	
42	12.45	3	»	»	
43	12.47	3	»	»	
44	12.47	3	»	»	
45	12.49	3	»	»	
46	12.49	3	»	»	
47	12.49	3	»	»	
48	12.50	1	*l*	*b*	
49	12.52	1	*l*	»	
50	12.52	2	»	»	
51	12.53	3	*t*	»	avec trace
52	12.54	2	*tt*	»	
53	12.58	2	»	»	
54	12.59	2	»	»	
55	1. 2	3	»	»	brouillard à l'E.
56	1. 3	1	*ttt*	»	
57	1. 4	1	»	»	avec trace
58	1.14	1	»	»	avec trace
59	1.14	3	»	»	
60	1.14	3	»	»	
61	1.14	3	»	»	
62	1.15	3	»	»	
63	1.17	3	*ll*	»	
64	1.17	3	»	»	
65	1.17	2	»	»	avec trace
66	1.23	3	»	»	
67	1.23	3	»	»	

Nos d'ordre.	Heure.	Grandeur.	Vitesse.	Couleur.	Observations.
	h m				
68	1.24	3	»	»	
69	1.24	3	»	»	
70	1.25	1	*t*	»	avec trace
71	1.25	3	»	»	
72	1.25	3	»	»	
73	1.30	2	»	»	
74	1.31	3	»	»	
75	1.31	3	»	»	
76	1.31	2	»	»	
77	1.32	3	»	»	
78	1.32	2	»	»	trace et enflam. 2 fois
79	1.35	2	»	»	
80	1.38	2	»	»	
81	1.40	3	*t*	»	
82	1.41	1	»	»	avec trace
83	1.42	2	»	»	
84	1.42	3	»	»	
85	1.44	3	*ll*	»	
86	1.52	2	»	»	
87	1.53	3	»	»	
88	1.53	4	»	»	
89	1.53	3	»	»	
90	1.53	3	»	»	
91	1.53	3	»	»	
92	1.53	3	»	»	
93	1.54	3	»	»	
94	1.54	1	*ttt*	orangé	enflam. 3 fois; trace
95	1.54	2	»	»	
96	1.56	2	»	»	
97	1.56	3	»	»	
98	1.56	1	*ll*	»	avec trace
99	1.57	3	»	»	
100	1.58	2	»	»	
101	2. 2	3	»	»	
102	2. 2	1	»	»	
103	2. 3	3	»	»	
104	2. 3	1	»	»	
105	2. 5	3	»	»	
106	2. 5	3	»	»	
107	2. 8	3	»	»	
108	2.10	2	»	»	
109	2.16	1	*l*	»	sporadique
110	2.23	1	*tt*	»	
111	2.24	2	»	»	
112	2.24	2	*ttt*	»	
113	2.24	1	*l*	»	
114	2.24	2	»	»	
115	2.25	2	»	»	
116	2.25	1	*l*	»	
117	2.27	2	»	»	
118	2.30	2	»	»	
119	2.40	1	»	»	
120	2.40	3	»	»	
121	2.41	3	»	»	
122	2.45	1	*lll*	»	avec trace
123	2.45	2	»	»	
124	2.46	2	»	»	
125	2.47	2	»	»	
126	2.50	2	»	»	ciel $\frac{3}{4}$ couvert
127	2.51	2	»	»	
128	2.51	1	»	»	
129	2.52	2	»	»	
130	2.55	3	»	»	
131	2.58	1	*lll*	»	ciel $\frac{9}{10}$ couvert
132	3. 0	1	*l*	»	
133	3. 2	2	*tt*	»	
134	3. 3	2	»	»	
135	3. 4	1	*ttt*	»	
136	3. 6	3	*tt*	»	
137	3. 2	3	*tt*	»	ciel très couvert

b = blanc; *l* = mouvement lent; *ll* = plus lent; *lll* = très lent;
t = mouvement rapide; *tt* = plus rapide; *ttt* = très rapide.

» Nous avons tracé sur l'Atlas la direction de 17 étoiles durant le temps d'observation. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions bornées et intégrables.* Note de M. **Léopold Tejér**, présentée par M. Picard.

« On sait que, si la série $\sum_{n-1}^{\infty} a_n$ est convergente, la limite

$$(1) \qquad \lim_{n=0} \frac{\sigma_0 + \sigma_1 + \ldots + \sigma_{n-1}}{n}$$

existe et est égale à $\sum_{1}^{\infty} a_n$, où σ_{n-1} désigne la somme $\sum_{n=0}^{n-1} a_n$.

» Nous devons ranger, parmi les séries divergentes les plus simples, les séries pour lesquelles existe au moins la limite (1). Une série divergente de telle sorte est la suivante :

$$(2) \qquad \frac{1}{2}\cos\delta + \cos 2\delta + \ldots + \cos(n-1)\delta + \ldots.$$

Ici l'on a

$$(3) \qquad \frac{\sigma_0 + \sigma_1 + \ldots + \sigma_{n-1}}{n} = \frac{1}{2n}\,\frac{1-\cos n\delta}{1-\cos\delta},$$

et donc (pour $\delta \gtrless 2k\pi$)

$$\lim_{n=\infty} \frac{\sigma_0 + \sigma_1 + \ldots + \sigma_{n-1}}{n} = 0.$$

» Nous voulons d'abord démontrer que la série de Fourier d'une fonction *bornée* et *intégrable* appartient à la classe des séries pour lesquelles la limite (1) *existe*.

» Avec plus de précision, on a le théorème :

» I. Soit $f(x)$ une fonction *bornée* et *intégrable* dans l'intervalle $\overline{0, 2\pi}$, c'est-à-dire de 0 à 2π, en y comprenant les extrémités ξ; alors la série de Fourier correspondante à $f(x)$

$$(4) \qquad \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f(\alpha)\,d\alpha + \sum_{n=1}^{\infty}\left[\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(\alpha)\cos n(\alpha - x)\,d\alpha\right]$$

peut être divergente; mais en tous les points x, pour lesquels $f(x)$ est continue ou possède une *discontinuité du premier genre* [c'est-à-dire $f(x+0)$, $f(x-0)$ sont finis, mais distincts], la limite

$$\lim \frac{s_0 + s_0 + \ldots + s_{n-1}}{n}$$

existe et est égale à $\frac{1}{2}[f(x+0)+f(x-0)]$, où s_{n-1} désigne la somme des n premiers termes de la série (4).

» En effet, en employant l'identité (3), on a

$$(5) \qquad \frac{s_0+s_1+\ldots+s_{n-1}}{n} = S_n = \frac{1}{2n\pi}\int_0^{2\pi} \frac{1-\cos n(\alpha-x)}{1-\cos(\alpha-x)} f(\alpha)\, d\alpha.$$

» Soit $f(x)$ *continu* en x. Alors étant donné un nombre δ aussi petit qu'on veut, on peut fixer un autre nombre ε, tel que

$$|f(x+h)-f(x)| < \delta$$

lorsque $|h| \leqq \varepsilon$. Nous pouvons écrire

$$S_n = \frac{1}{2n\pi}\int_0^{x-\varepsilon} + \frac{1}{2n\pi}\int_{x-\varepsilon}^{x+\varepsilon} + \frac{1}{2n\pi}\int_{x+\varepsilon}^{2\pi}.$$

» Mais si nous désignons par M le maximum de la valeur absolue de $f(x)$ pour l'intervalle $\overline{0, 2\pi}$, nous avons

$$\left|\frac{1}{2n\pi}\int_0^{x-\varepsilon} \cdots\right| < \frac{1}{n}\,\frac{M(x-\varepsilon)}{\pi(1-\cos\varepsilon)}$$

$$\left|\frac{1}{2n\pi}\int_{x+\varepsilon}^{2\pi} \cdots\right| < \frac{1}{n}\,\frac{M[2\pi-(x+\varepsilon)]}{\pi(1-\cos\varepsilon)}$$

et appliquant le premier théorème de la moyenne (ce qui est possible, car $\frac{1-\cos n(\alpha-x)}{1-\cos(\alpha-x)}$ n'est jamais négatif)

$$S_n = [f(x)+\eta]\,\frac{1}{2n\pi}\int_{x-\varepsilon}^{x+\varepsilon} \frac{1-\cos n(\alpha-x)}{1-\cos(\alpha-x)}\, d\alpha + \varepsilon'_n$$

où $|\eta| < \delta$ et $\lim\limits_{n=\infty} \varepsilon'_n = 0$.

» Mais on peut décomposer

$$\frac{1}{2n\pi}\int_{x-\varepsilon}^{x+\varepsilon} \frac{1-\cos n(\alpha-x)}{1-\cos(\alpha-x)}\, d\alpha = \frac{1}{2n\pi}\int_0^{2\pi} - \left(\frac{1}{2n\pi}\int_0^{x-\varepsilon} + \frac{1}{2n\pi}\int_{x+\varepsilon}^{2\pi}\right).$$

Les deux termes entre crochets tendent vers 0 pour $n=\infty$. Or, en appliquant l'identité (3)

$$\frac{1}{2n\pi}\int_0^{2\pi} \frac{1-\cos n(\alpha-x)}{1-\cos(\alpha-x)}\, d\alpha = 1,$$

on aura donc

$$S_n(x) = [f(x)+\eta](1+\varepsilon''_n) + \varepsilon'_n,$$

où $\lim\limits_{n=\infty} \varepsilon''_n = 0$, et par suite, si n est suffisamment grand,

$$|S_n(x) - f(x)| < 2\delta.$$

» On peut traiter de la même manière le cas d'une discontinuité du premier genre, et le théorème est établi.

» Remarquons maintenant que l'on a pour une fonction *bornée* et *intégrable* le développement

$$f(x) = S_1 + (S_2 - S_1) + \ldots + (S_{n+1} - S_n) + \ldots.$$

» Mais, d'après la définition de S_n sous (5), on a

$$S_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(\alpha)\frac{n\frac{1}{2} + (n-1)\cos(\alpha - x) + \ldots + \cos(n-1)(\alpha - x)}{n}\,d\alpha$$
$$= \lambda_0 + \lambda_1 \cos x + \mu_1 \sin x + \ldots + \lambda_{n-1}\cos\overline{n-1}\,x + \mu_{n-1}\sin\overline{n-1}\,x.$$

» On peut donc conclure

» II. Une fonction *bornée* et *intégrable* admet un développement

$$\sum_1^\infty f_n(x),$$

où *le terme général est une suite finie de Fourier.*

» La série converge pour toutes les valeurs de x, où $f(x)$ est continu, ou possède une discontinuité du premier genre, et a pour somme $\frac{1}{2}[f(x+0) + f(x-0)]$.

» *Remarques.* — On voit aisément que l'intégrale $S_n(x)$ converge *uniformément* vers $f(x)$ dans un intervalle $\overline{b, c}$, où $f(x)$ est *continu sans exception*, c'est-à-dire on peut trouver une série finie de Fourier : $S_n(x)$, telle que

$$|S_n(x) - f(x)| < \delta,$$

si $n > N$ pour *tous* les points de $\overline{b, c}$. De ce fait résulte le théorème de Weierstrass :

» *Une fonction continue admet un développement* $\sum_{n=0}^\infty f_n(x)$, *où* $f_n(x)$ *désigne un polynome.* (Voir aussi la Note de M. Picard, *Comptes rendus*, t. CXII; 1891, et *Traité d'Analyse*, t. I.)

» En partant de l'équation

$$I(r, \varphi) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{1 - r^2}{1 - 2r\cos(\psi - \varphi) + r^2} f(\psi)\,d\psi = \sum_{n=0}^\infty a_n(\varphi) r^n,$$

valable pour $r < 1$ où

$$a_0 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f(\psi)\,d\psi,$$
$$a_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(\psi)\cos n(\psi-\varphi)\,d\psi \qquad (n = 1, 2, \ldots, \infty),$$

on peut, avec application du théorème I, donner une théorie générale et nouvelle de l'intégrale de Poisson. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode de la moyenne arithmétique de Neumann.* Note de M. W. Stekloff, présentée par M. Picard.

« 1. Soit (S) une surface satisfaisant aux conditions du théorème I de ma Note précédente (*Sur les fonctions fondamentales et le problème de Dirichlet*).

» En posant dans les équations (1) de la Note citée $\varphi = \rho$, ρ étant la densité d'une couche électrique en équilibre sur (S) [1], nous obtiendrons les fonctions de M. Poincaré (*Acta mathem.*, t. XX; 1896).

» On peut démontrer les propriétés suivantes de ces fonctions fondamentales que nous désignerons par $V_s (s = 0, 1, 2, \ldots)$

$$\frac{\partial V_{si}}{\partial n} = \lambda_s \rho V_s, \qquad \frac{\partial V_{si}}{\partial n} = -\mu_s \frac{\partial V_{se}}{\partial n}, \qquad V_s = \frac{m_s}{4\pi}\int \rho V_s \frac{1}{r}\,ds;$$

(1) $$V_s = \frac{1+\mu_s}{4\pi}\int V_s \frac{\cos\varphi}{r^2}\,ds \text{ à l'intérieur de (S)},$$

(2) $$\rho V_s = \frac{1+\mu_s}{2\pi(1-\mu_s)}\int \rho V_s \frac{\cos\psi}{r^2}\,ds \text{ sur (S)},$$

où λ_s, μ_s, m_s sont des constantes positives,

$$m_s = \lambda_s \frac{1+\mu_s}{\mu_s}.$$

Quant à μ_s, il est égal à zéro pour $s = 0$ et *différent de zéro* pour toutes les autres valeurs de s, à partir de $s = 1, \ldots$.

» On a

$$\mu_s = \frac{\int \sum \left(\frac{\partial V_s}{\partial x}\right)^2 d\tau}{\int \sum \left(\frac{\partial V_s}{\partial x}\right)^2 \partial\tau'},$$

---

(1) J'ai démontré l'existence de ρ dans ma Note du 6 mars 1899 [voir aussi mon Mémoire : *Les méthodes générales*, etc. (*Annales de Toulouse*, t. II; 1900)].

$d\tau$ et $d\tau'$ étant les éléments de volume du domaine intérieur et de l'espace extérieur à (S). Les fonctions V_s satisfont aux conditions

$$\int \frac{\partial V_{se}}{\partial n} ds = 0 \qquad (s = 0, 1, 2, \ldots),$$

et nous avons supposé que le théorème fondamental s'applique à (S).

» On peut donc trouver un membre m, positif et différent de zéro, ne dépendant que de (S) et tel qu'on ait

$$(3) \qquad \frac{1}{m} < \mu_s < m,$$

quelle que soit la valeur de l'indice s.

» 2. Soit f une fonction quelconque, *limitée sur* (S). Formons la suite d'intégrales de Neumann.

$$(4) \qquad W_1 = \frac{1}{2\pi}\int\int f\frac{\cos\varphi}{r^2}ds, \qquad W_k = \frac{1}{2\pi}\int \overline{W}_k\frac{\cos\varphi}{r^2}ds.$$

» Supposons que *le point* (x, y, z) *soit à l'intérieur de* (S) et appliquons le théorème II de ma Note précédente aux intégrales $W_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$.

» On trouve, en vertu de (1), (2) et (4),

$$W_k = 2A_0V_0 + 2\sum_{s=1}^{\infty}\tau_s^{k-1}\frac{A_sV_s}{1+\mu_s},$$

où l'on a posé

$$A_s = \int \rho f V_s ds, \qquad \tau_s = \frac{1-\mu_s}{1+\mu_s}.$$

» On peut donc écrire

$$\frac{1}{2}(W_k - W_{k-1}) = -2\sum_{s=1}^{\infty}\tau_s^{k-2}\frac{\mu_s}{1+\mu_s}A_sV_s = 2\sum_{s=1}^{\infty}u_{sk}.$$

» Les inégalités (3) montrent qu'*il existe une limite supérieure* τ *de* $|\tau_s|$, τ *étant un nombre positif plus petit que l'unité ne dépendant que de* (S).

» En tenant compte de la convergence *absolue* [1] de la série $\sum_{s=1}^{\infty} A_sV_s$

[1] Voir ma Note précédente : *Sur les fonctions fondamentales et le problème de Dirichlet.*

dans tout domaine (D_i) *intérieur à* (S), on peut poser

$$\sum_{s=1}^{\infty} |A_s V_s| < Q \text{ dans } (D_i),$$

Q étant un nombre assignable. On a donc *pour tout domaine* (D_i) *intérieur à* (S)

$$\sum_{s=1}^{\infty} |u_{sk}| < Q\tau^{k-2}$$

d'où l'on tire immédialement cette propriété remarquable de la série de Neumann : *La série de Neumann converge* ABSOLUMENT *et* UNIFORMÉMENT *dans tout domaine* (D_i) INTÉRIEUR *à la surface donnée* (S), *quelle que soit la fonction f*, LIMITÉE *sur* (S).

» 3. Supposons maintenant que f soit *continue* sur (S), et formons la série

$$S = \frac{1}{2}\sum_{k=2}^{\infty}(-1)^{k-1}(W_k - W_{k-1}) = 2\sum_{k=2}^{\infty}(-1)^{k-1}\sum_{s=1}^{\infty} u_{sk}.$$

Comme la dernière série double converge *absolument*, en vertu de (5), on peut écrire, d'après un théorème connu,

$$S = 2\sum_{s=1}^{\infty}\frac{\mu_s}{(1+\mu_s)^2}A_s V_s \sum_{k=2}^{\infty}(-1)^k \tau_s^{k-2} = \sum_{s=1}^{\infty}\frac{\mu_s}{1+\mu_s}A_s V_s.$$

Par conséquent,

$$\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{\infty}(-1)^{k-1}(W_k - W_{k-1}) = \sum_{s=0}^{\infty} A_s V_s \quad \text{à l'intérieur de (S)}.$$

» De cette égalité, en tenant compte du théorème IV de ma Note précédente, on tire le théorème suivant :

» *La méthode de Neumann fournit la solution du problème intérieur de Dirichlet, quelle que soit la fonction* CONTINUE *f à laquelle doit se réduire sur* (S) *la fonction harmonique cherchée.*

» *Il en est de même du problème extérieur de Dirichlet.* »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la chaleur spécifique moléculaire des composés gazeux dissociables.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann [1].

« Considérons un gaz composé a formé avec condensation. Sous une pression infiniment petite et constante, à une température T, la combinaison des éléments b, d du mélange m se produit avec une diminution du potentiel thermodynamique, $\frac{\partial \Phi}{\partial a}$ est négatif.

» Je suppose que ce gaz se dissocie à une température $\mathfrak{T} > T$. A $\mathfrak{T}$, $\frac{\partial \Phi}{\partial a} = 0$: $\frac{\partial}{\partial T}\frac{\partial \Phi}{\partial a}$ est positif et $\frac{\partial S}{\partial a}$ négatif. Au-dessous de $\mathfrak{T}$, et au moins aux températures voisines $\frac{\partial \Phi}{\partial a} + T\frac{\partial S}{\partial a}$ est négatif : le composé se forme avec dégagement de chaleur.

» A $\mathfrak{T}$, $\frac{\partial S}{\partial m}$ est positif et égal à $\frac{\mathfrak{L}}{\mathfrak{T}}$, $\mathfrak{L}$ étant positif et représentant la chaleur absorbée dans la décomposition d'une molécule du corps a ; $\frac{\partial^2 \Phi}{\partial m^2}$ est infiniment petit et positif; d'où $\frac{\partial m}{\partial T} = \infty$. La décomposition est donc complète.

» A $T > \mathfrak{T}$

$$(1) \qquad \frac{\partial S}{\partial m} = \frac{\mathfrak{L}}{\mathfrak{T}} + \int_{\mathfrak{T}}^{T} \frac{C_m - C_a}{T} dT.$$

» Soit L, la chaleur absorbée dans la décomposition à T

$$(2) \qquad \mathfrak{L} = L - \int_{\mathfrak{T}}^{T} (C_m - C_a) dT,$$

$$(3) \qquad \mathfrak{L} < T\frac{\partial S}{\partial m} - \int_{\mathfrak{T}}^{T} (C_m - C_a) dT,$$

$$(4) \qquad \frac{\mathfrak{L}}{T} < \frac{\partial S}{\partial m} - \frac{1}{T}\int_{\mathfrak{T}} (C_m - C_a) dT.$$

» Des relations (1) et (4), on tire

$$(5) \qquad \mathfrak{L}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{\mathfrak{T}}\right) < \int_{\mathfrak{T}}^{T} \frac{C_m - C_a}{T} dT - \frac{1}{T}\int_{\mathfrak{T}}^{T} (C_m - C_a) dT.$$

[1] Travail fait au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

» Admettons l'hypothèse de Clausius, laquelle entraîne $C_m - C_a$ constant

$$(6) \qquad \mathfrak{L}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{\mathfrak{E}}\right) < (C_m - C_a)\left(\log\frac{T}{\mathfrak{E}} - 1 + \frac{\mathfrak{E}}{T}\right).$$

» Cette inégalité ne peut être satisfaite, T croissant indéfiniment, que si $C_m - C_a$ *est nul ou positif*.

» On arrive encore à la même conclusion, si l'on admet seulement que le signe de $C_m - C_a$ ne change pas lorsque la température varie.

Si $C_m - C_a$ était toujours négatif, il y aurait une valeur de $T > \mathfrak{E}$ (égalité 1) pour laquelle $\frac{\partial S}{\partial m}$ changerait de signe : $\frac{\partial \Phi}{\partial m}$ passerait alors par un minimum; pour une valeur plus grande de T, $\frac{\partial \Phi}{\partial m}$ changerait également de signe. Mais $\frac{\partial \Phi}{\partial m}$ positif indiquerait que le composé a pourrait se reformer par la combinaison de ses éléments, et comme $\frac{\partial \Phi}{\partial m}$ ne changerait plus de signe, le composé a serait ensuite indécomposable, quelle que soit l'élévation de la température. Cela est inadmissible. La relation $T\frac{\partial S}{\partial m} > L$ entre les relations 1 et 3 est la représentation de ce postulat.

» Le même raisonnement peut être appliqué aux mêmes actions chimiques effectuées sous volume constant : $c_m - c_a$ *est nul ou positif*.

» *Conséquences*. — 1° On a

$$(7) \qquad C_m - C_a = c_m - c_a + p\frac{\partial^2 V}{\partial m\, \partial T},$$

$$(8) \qquad p\frac{\partial^2 V}{\partial m\, \partial T} = \mathfrak{R}\frac{V_m - V_a}{V_a}$$

dont la valeur finie et positive est indépendante de la température.

» L'*hypothèse* $C_m - C_a = 0$ *est inadmissible*, car elle entraîne $c_m - c_a$ négatif.

» L'*hypothèse* $c_m - c_a = 0$ n'est pas en contradiction avec toutes les conclusions précédentes.

» 2° Q et q étant les chaleurs dégagées dans la formation du corps a, sous pression constante, ou sous volume constant

$$\frac{\partial Q}{\partial T} = C_m - C_a \qquad \text{et} \qquad \frac{\partial q}{\partial T} = c_m - c_a.$$

» Q croît donc toujours avec la température; q croît ou reste constant.

» 3° En considérant l'égalité (1), on voit que les changements suivants sont *possibles* à des températures inférieures à $\mathfrak{C}$ et au-dessus du zéro absolu :

» $\frac{\partial S}{\partial m}$ peut passer du positif au négatif, alors $\frac{\partial \Phi}{\partial m}$ positif est maximum; puis Q_a passe du positif au négatif, puis $\frac{\partial \Phi}{\partial m}$ passe du positif au négatif.

» Mais $\frac{\partial \Phi}{\partial m}$ et Q_a négatifs indiquent que le composé a ne peut exister et se dissocie avec dégagement de chaleur : c'est le *cas des composés dits endothermiques*, au-dessous de leur température de formation. *Pour ces corps, au moins, on ne peut pas accepter* $c_m - c_a = 0$.

» 4° Les considérations qui précèdent peuvent être étendues aux composés gazeux formés sans condensation; pour eux $C_m - C_a = c_m - c_a$.

» En résumé, à la limite extrême de raréfaction : 1° *soit sous volume constant, soit sous pression constante, la chaleur spécifique moléculaire d'un composé gazeux est inférieure à celle du mélange de ses éléments obtenus par dissociation.*

» 2° L'hypothèse $c_m - c_a = 0$ *peut être adoptée comme une loi approchée.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la concentration aux électrodes dans une solution, avec rapport spécial à la libération d'hydrogène par l'électrolyse d'un mélange de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique.* Note de M. **H.-J.-S. Sand.**

« J'ai fait les recherches suivantes dans le but de trouver une formule qui servît à exprimer la concentration aux électrodes dans la solution d'un seul sel ou d'un mélange. Dans le cas de la solution d'un seul sel, dont les valeurs de transport de Hittorf sont constantes, dont la diffusion répond à la loi de Fick, dans laquelle le métal du sel est déposé uniformément sur l'électrode et où des courants de convection n'ont pas lieu, on peut faire ce calcul d'une manière théorique.

» Nous supposons que la solution est contenue dans un vase cylindrique infini, bordé d'un côté par l'électrode, et nous représentons les concentrations mesurées en équivalents par unité de volume par c (la concentration initiale uniforme par c_0), les distances de l'électrode par x, le temps depuis le commencement de l'expérience par t, la densité constante et uniforme du courant par i, les nombres de transport de l'anion et du cation par n_a et n_c, le coefficient de diffusion du sel par k et la constante

de Faraday de 96540 coulombs par g-équivalent par f. Alors le problème conduit aux équations suivantes :

$$\frac{in_a}{f} = \frac{i(1-n_c)}{f} = k\frac{\partial c}{\partial x} \qquad \text{pour} \qquad x = 0,$$

$$c = c_0 \quad \text{de } x = 0 \text{ à } x = \infty \qquad \text{pour} \qquad t = 0,$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = k\frac{\partial^2 c}{\partial x^2};$$

dont l'intégrale est

$$c = c_0 - \frac{in_a}{f\sqrt{\pi k}}\int_0^t \frac{dt}{\sqrt{t}} e^{-\frac{x^2}{4kt}},$$

et, pour la concentration à l'électrode, on a

(1) $$c = c_0 - \frac{2in_a}{\sqrt{\pi}f}\sqrt{\frac{t}{k}}$$

ou

(1^a) $$c = c_0 - \frac{2i(1-n_c)}{\sqrt{\pi}f}\sqrt{\frac{t}{k}}.$$

» J'ai employé cette formule comme base d'une méthode pour la détermination du coefficient de diffusion du sulfate de cuivre.

» Dans le cas d'un mélange, je crois qu'il n'est pas possible à présent de calculer exactement la concentration de la solution aux électrodes d'une manière théorique. J'ai obtenu cependant l'expression des limites supérieure et inférieure entre lesquelles la concentration vraie doit se trouver, et j'ai employé ces expressions à calculer les limites du temps qui doit s'écouler jusqu'à ce que la concentration du cuivre aux électrodes d'une solution acide de sulfate de cuivre devienne nulle, quand le cuivre seul est déposé. Les valeurs obtenues étaient comparées au temps qui s'écoulait jusqu'à ce que l'hydrogène commençât à être libéré dans les mêmes solutions quand elles étaient électrolysées par un courant constant sans qu'il y eût de courants de convection dans le liquide. Comme résultat, j'ai trouvé que ce temps se trouvait toujours entre les limites théoriques, prouvant dans les limites que j'ai pu atteindre que la libération d'hydrogène n'a lieu qu'après que le cuivre a disparu de la partie du liquide en contact avec l'électrode. J'ai généralisé aussi l'équation 1^a en donnant à n_c la signification de la valeur de transport du cuivre dans la solution examinée, au commencement de l'expérience, et j'ai calculé par cette formule le temps qui s'écoule jusqu'à ce que la concentration du cuivre à l'électrode devienne nulle. Les Tables suivantes, qui contiennent les résultats de

quelques-unes de mes expériences, démontrent que ces valeurs concordent assez bien avec les nombres expérimentaux mentionnés plus haut; il est donc probable que la formule 1^a peut être employée pour calculer avec une exactitude suffisante, pour beaucoup d'applications, la concentration aux électrodes soit d'un mélange, soit d'un sel simple.

TABLE I.

Concentration du liquide... $\begin{cases} Cu = 0{,}06618 \dfrac{\text{mg-équiv.}}{\text{cc}} \\ H^2SO^4 = 0{,}0275 \dfrac{\text{mg-équiv.}}{\text{cc}} \end{cases}$

Valeurs expérimentales.		Valeurs théoriques.		
densité i du courant en $\frac{\text{milamp.}}{\text{cm}^2}$.	temps observé, corrigé à 18° en secondes.	temps après équation 1^a, $t = \frac{1923}{i^2}$.	limite théorique supérieure du temps $t = \frac{265}{i^2}$.	limite théorique inférieure du temps $t = \frac{141}{i^2}$.
0,304	2299	2084	2868	1528
0,315	2253	1938	2671	1421
0,400	1203	1202	1656	881
0,581	621	570	785	418
0,718	378	373	514	274
1,099	166	159	219	117
1,621	78	73	101	54
1,576	26	29	40	21

TABLE II.

Concentration du liquide... $\begin{cases} Cu = 0{,}1483 \dfrac{\text{mg-équiv.}}{\text{cc}} \\ H^2SO^4 = 0{,}1804 \dfrac{\text{mg-équiv.}}{\text{cc}} \end{cases}$

Valeurs expérimentales.		Valeurs théoriques.		
densité i du courant en $\frac{\text{milamp.}}{\text{cm}^2}$.	temps observé, corrigé à 18° en secondes.	temps après équation 1^a, $t = \frac{925}{i^2}$.	limite théorique supérieure du temps $t = \frac{1064}{i^2}$.	limite théorique inférieure du temps $t = \frac{691{,}5}{i^2}$.
0,575	2970	2801	3218	2094
0,795	1580	1463	1684	1093
1,051	888	839	963	627
1,691	357	323	372	242
2,64	140	133	153	99
4,03	63	57	66	43

» Comme conséquence des considérations que je viens de donner, il doit être possible d'empêcher l'évolution d'hydrogène pendant l'électrolyse d'une solution acide du sulfate de cuivre, en agitant très fortement le liquide, même dans les cas où l'hydrogène semble être produit tout de suite, quand on n'agite pas. J'ai fait des expériences dans un appareil construit spécialement pour vérifier cette conclusion, et j'ai trouvé, par exemple, que dans un cas où 61 pour 100 des équivalents libérés pendant la première minute consistaient en hydrogène, on pouvait empêcher complètement l'évolution de ce gaz par une agitation vigoureuse du liquide. Il est évident, par ce résultat, que les expériences dans lesquelles la proportion est déterminée entre la quantité d'hydrogène et de cuivre libérée par diverses densités du courant, comme celles de M. Houllevigue (*Ann. Chim. et Phys.*, 7e série, t. II, p. 351; 1894), doivent être influencées d'une manière très grande par la nature du vase dans lequel l'électrolyse a lieu et doivent être différentes, suivant que celui-ci est bien ou mal disposé pour faciliter la formation des courants de convection dans le liquide. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les spectres du samarium et du gadolinium.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 343), j'ai énuméré les raies principales comprises entre λ5000 et λ3500 du spectre du gadolinium. J'ignorais à ce moment que M. Exner, le savant spectroscopiste de Vienne, vînt de décrire ce spectre très en détail (*Sitzungsberichte der K. Acad. d. Wiss. in Wien*, Bd CIX, März 1900). Tout en réparant mon omission, je ferai remarquer que ma liste reste d'autant plus utile que je ne suis pas d'accord avec M. Exner sur les raies de ce spectre, ni même sur celles du spectre du samarium, qu'il a décrit en même temps que le premier et dont je donne plus loin une liste des raies les plus importantes entre λ5000 et λ3500. Notre désaccord porte non sur les longueurs d'onde (celles de M. Exner, prises dans un autre but que celui que je me propose dans toutes mes recherches et avec des appareils plus perfectionnés, sont sans doute plus exactes que les miennes), mais, ce qui est plus grave, sur l'attribution des raies à tel ou tel corps. Il est aisé du reste de se rendre compte du motif de ces divergences.

» Les substances, au nombre de quatre, utilisées par M. Exner pour produire ses spectres étaient assez impures pour donner d'une façon marquée

à la fois les raies du samarium et celles du gadolinium. Mon samarium, au contraire, ne laisse voir qu'à peine des traces de quelques-unes des plus fortes raies du gadolinium, et mon gadolinium ne montre rien des plus fortes raies du samarium.

» Pour trier ces raies M. Exner en a fait trois catégories : 1° celles fortes dans le Sm, faibles dans le Gd; elles ont été attribuées à Sm; 2° celles fortes dans le Gd, faibles dans le Sm qui ont été considérées comme dues à Gd; et 3° celles à peu près aussi fortes dans le Sm que dans le Gd, qui sont pour M. Exner les représentantes d'un troisième corps présumé nouveau. Je ne crois pas qu'il soit possible d'opérer ainsi le triage de spectres encore *tous inconnus*. D'abord en ce qui touche les raies fortes dans le Sm attribuées à ce corps par M. Exner, tout ce qu'on en peut dire de *certain*, c'est qu'elles ne sont pas dues au Gd; *elles peuvent être dues à un autre corps :* en fait toutes les raies du $\Sigma - Z_\varepsilon$ (voir *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1469) ont été attribuées à Sm parce que le samarium de M. Exner en contenait alors que son gadolinium en était exempt. On peut faire la même réflexion sur les raies attribuées à Gd : on n'est pas sûr qu'elles sont à Gd, mais seulement qu'elles ne sont pas à Sm. Quant aux raies à peu près de même force dans les deux spectres, cela peut aussi bien venir de coïncidences plus ou moins exactes de raies des deux corps. C'est ainsi, par exemple, que l'une des raies du *corps inconnu* de M. Exner λ 3592,85 est bien certainement l'une des trois principales raies du Sm : elle coïncide à peu près avec l'une des raies de l'yttrium toujours présent, plus ou moins fort, et l'une des notables du Gd. En fait, ces coïncidences approchées sont fréquentes et doivent l'être dans des spectres à raies aussi nombreuses et je pense que beaucoup des raies de l'élément inconnu de M. Exner appartiennent à la fois à Sm et à Gd, quelques-unes à $\Sigma - Z_\varepsilon$; mais la plupart, presque toutes les fortes, appartiennent, suivant moi, sûrement à Gd.

» Pour pouvoir être aussi affirmatif sur cette question, j'ai suivi une méthode qui ne permet guère le doute. J'ai noté sur les produits du fractionnement la marche croissante ou décroissante de l'intensité de chaque raie, et j'ai fini par arriver à des produits où quelle qu'eût été la durée du fractionnement, les raies gardaient toutes la même intensité relative. Ce n'est pas sur quatre produits que ces résultats ont été acquis, mais sur bien des dizaines. Bien des fois avant d'être arrivé à la conviction finale j'ai pensé que le gadolinium, tel que mon spectre le définit, était formé de plusieurs corps, à cause de la variation apparente de telle ou telle raie. J'ai dû graduellement reconnaître que la cause de ces variations était une coïncidence

avec telle ou telle autre raie d'un autre corps. Je n'ai cessé de fractionner que quand j'ai eu depuis longtemps constaté l'absence de toute variation. Je rappellerai ici que la méthode de fractionnement que j'ai employée, qui est nouvelle et n'a pu être employée pour les produits de M. Exner, est incomparablement plus efficace et rapide que les anciennes.

» Je répète que, faute d'opérer comme je viens de l'indiquer, on s'expose à de graves erreurs : j'ai eu l'occasion de l'éprouver plusieurs fois.

» Il existe une autre cause d'erreur qui s'applique aux raies faibles et fait que je ne les puis attribuer qu'avec une extrême réserve, surtout grande s'il s'agit de terres rares.

» On doit en effet toujours craindre pour ces faibles raies des spectres de ces éléments, qu'elles ne soient dues à des traces d'autres terres ou même à des coïncidences de raies de ces autres terres avec celles d'autres impuretés qui les renforceraient. Une étude serait nécessaire pour chaque raie et aussi, sans doute, une précision de mesures dépassant à coup sûr celle à laquelle je puis prétendre, mais quelquefois peut-être aussi celles de praticiens mieux armés que moi.

» Le spectre de ligne de Sm est très peu caractéristique : les raies très nombreuses, faibles ou très faibles, pour la plupart entre $\lambda 5000$ et $\lambda 3500$, ne se prêtent guère, sauf trois d'entre elles, à la recherche du samarium, qui sè retrouve mieux par son spectre d'absorption, découvert par M. Lecoq de Boisbaudran et bien des fois décrit depuis, ou bien, mais trop peu aisément pour la pratique, par ses spectres de fluorescence électrique signalés par M. Crookes. Voici la liste des principales de ces raies. La substance qui les a fournies ne contenait *visiblement* dans son spectre que des traces minimes des raies de λ, $\Sigma - Z\varepsilon$ et Gd. $\Sigma - Z\varepsilon$ est spécialement difficile à éliminer : son spectre est en effet très sensible, et ce corps est, des terres rares, la plus voisine chimiquement du samarium.

λ.	Force.	λ.	Force.
3568,2	10	3671,1	9
3592,5	10	3694,4	6
3604,3	8	3700,6	6
3609,6	10	3707,2	7
3621,4	7,5	3709,1	6
3631,3	7	3719,4	7
3634,5	9	3729,1	7
3639,6	7	3731,8	8
3645,6	7	3736,6	6
3661,6	8	3739,8	9

λ.	Force.	λ.	Force.
3744,4	6	3897,2	7
3746,2	6	3903,6	6,5
3746,2	6	3913,8	6
3757,0	6,5	3928,5	7
3761,4	8	3976,6	6
3764,9	6	3963,3	6
3778,8	7	3942,1	6
3781,2	6	4237,5	6
3788,6	7,5	4257,1	7
3794,3	6,5	4263,0	6
3798,3	8	4281,0	8
3801,4	7 (1)	4297,4	7
3808,7	6	4319,5	7
3824,6	7	4391,1	6
3826,5	7	4424,6	8
3843,7	7	4434,2	9
3854,4	8	4467,3	7,5
3885,6	9	4523,8	6

» Dans cette échelle de force le maximum est 16 et le minimum est 1. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la vapeur d'eau et de mélanges d'hydrogène et de vapeur d'eau sur le molybdène et ses oxydes.* Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons montré en 1897 (2) que l'anhydride molybdique, au-dessous de 470°, se transforme dans l'hydrogène sec en bioxyde brun MoO^2, et que vers 600°, la réduction totale se produisant, on arrive au métal. Il y avait lieu de rechercher si, inversement, en oxydant progressivement ce molybdène métallique par la vapeur d'eau, ou par des mélanges convenables d'hydrogène et de vapeur d'eau, on pouvait donner naissance à des oxydes autres que les oxydes MoO^3 et MoO^2.

» Du molybdène de réduction, gris, porté à des températures croissantes dans un courant de vapeur d'eau, reste inaltéré jusque vers 700°. A cette température, il devient peu à peu brun, en se transformant en bioxyde MoO^2. Regnault (3) a montré que, à température beaucoup plus élevée, dans un

(1) Voisine d'une forte raie du platine; je ne crois pas qu'elle lui soit due.

(2) *Ann. de Chimie et Physique*, 2e série, t. LXII, p. 337; 1836.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 26 et 105.

four à réverbère, le molybdène était transformé en bioxyde volatil MoO^3.

» On n'observe la formation d'aucun autre oxyde anhydre intermédiaire.

» La température à laquelle la vapeur d'eau commence à agir sur le molybdène métallique (700°) est supérieure à la température à laquelle l'hydrogène réduit totalement les oxydes du molybdène (600°). Il en résulte que, lorsqu'on fait agir l'hydrogène *au-dessous de* 700° sur les oxydes MoO^3 ou MoO^2, la réduction ne peut en aucun cas être limitée par la présence de la vapeur d'eau formée, puisque celle-ci, n'agissant pas à cette température, peut être considérée comme un gaz inerte.

» Au-dessus de 700°, les deux actions inverses de l'hydrogène sur le bioxyde pour donner de l'eau et du métal, et de l'eau sur le métal pour donner du bioxyde et de l'hydrogène sont possibles.

» Dans un cas analogue, *l'action de l'eau sur le fer et de l'hydrogène sur l'oxyde de fer*, H. Sainte-Claire Deville (1) a montré que, lorsqu'on porte à une température déterminée un mélange de sesquioxyde de fer et de fer dans un mélange d'hydrogène et de vapeur d'eau, il y a réaction dans un sens tel que, pour une tension déterminée de la vapeur d'eau, l'hydrogène prenne une tension fixe.

» Si donc à une *température supérieure à* 700° on met, en présence du molybdène, du bioxyde de molybdène, de l'hydrogène et de la vapeur d'eau en quantité limitée, le sens de la réaction, oxydation ou réduction, sera déterminée par les deux tensions de la vapeur d'eau et de l'hydrogène et la réaction s'arrêtera lorsque ces tensions seront telles qu'il y aura équilibre entre les deux actions inverses.

» Mais, si l'on fait agir non plus une quantité limitée d'hydrogène et de vapeur d'eau, mais un courant gazeux dans lequel l'hydrogène et la vapeur d'eau ont des tensions invariables, *si les tensions ne correspondent pas à l'équilibre* pour la température de l'expérience, entre les deux actions inverses, il y a réaction dans un sens déterminé, mais cette réaction ne peut plus être limitée, puisque les tensions de l'hydrogène et de la vapeur d'eau sont maintenues constantes; il y aura donc ici *soit oxydation complète* jusqu'au bioxyde, *soit réduction complète* jusqu'au métal.

» Nous avons vérifié cette conclusion pour une température voisine de 800°. Le dispositif employé était analogue à celui indiqué par Debray (2).

» L'hydrogène passe dans un laveur Maquenne renfermant de l'eau maintenue à

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1105 et 1201, et t. LXI, p. 30.

(2) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 1078.

une température connue par un bain d'huile. Le courant est assez lent pour que l'hydrogène se sature d'eau à cette température. Le gaz passe ensuite dans un tube de porcelaine chauffé sur une grille à gaz. Dans ce tube se trouve l'oxyde ou le métal; le gaz sort du tube à la pression atmosphérique. Toutes les parties de l'appareil sont maintenues assez chaudes pour éviter toute condensation d'eau. La tension de la vapeur d'eau dans le mélange est connue : c'est la tension maximum de l'eau à la température du bain d'huile; la tension de l'hydrogène est la différence entre la pression atmosphérique et la tension de la vapeur d'eau.

» Dans chaque expérience, on partait d'un poids connu d'anhydride molybdique pur et sec (0^{gr},200 environ). Cet anhydride molybdique placé dans une nacelle était tout d'abord réduit, soit à l'état de bioxyde, soit à l'état de métal, puis soumis à l'action de mélanges d'hydrogène et de vapeur d'eau. Les poids successifs que prenait le contenu de la nacelle, rapportés à 100^{gr} d'anhydride molybdique, indiquaient sa composition par comparaison avec les nombres calculés : Molybdène pour 100 d'anhydride molybdique : 66,66; Bioxyde pour 100 d'anhydride molybdique : 88,89.

» Les pesées étaient faites après dessiccation à 115°.

» Voici les résultats obtenus en faisant passer des mélanges d'hydrogène et de vapeur d'eau de tension totale égale à 760, soit sur le métal, soit sur le bioxyde. Chaque expérience était prolongée pendant un temps suffisant pour arriver à la réaction totale.

Température : 800°.

Tension de la vapeur d'eau.	Poids du contenu de la nacelle pour 100 d'anhydride molybdique correspondant.
mm	
12,7	67,05
17,4	66,84
148,9	67,29
354	Le bioxyde de molybdène ne change pas de poids. Le molybdène métal ne change pas de poids.
433	81,77
433	80,04
525	87,57
525	83,73
760	84,4

» On voit que pour la température de 800° environ, pour des tensions de la vapeur d'eau inférieures à 350^{mm}, le bioxyde est intégralement transformé en métal (trouvé : 67,05; 66,84; 67,29; calculé : 66,66).

» Pour des tensions voisines de 350^{mm}, le bioxyde de molybdène et le métal ne sont ni réduits ni oxydés; l'équilibre entre le bioxyde, le molybdène, la vapeur d'eau et l'hydrogène correspond donc, à 800°, à une ten-

sion de l'eau voisine de 350^{mm}, pour une tension de l'hydrogène voisine de 410^{mm}; la composition du mélange gazeux est sensiblement $H^2 + H^2O$.

» Enfin, pour des tensions de la vapeur d'eau supérieures à 350^{mm}, il y a oxydation du molybdène, et le bioxyde n'est plus réduit; l'oxydation est toujours incomplète, parce que les premières portions d'oxyde formées protègent le métal (trouvé : de 80,04 à 87,57; calculé : 88,89).

» Nous n'avons considéré jusqu'ici que la transformation du métal en bioxyde ou du bioxyde en métal; on pourrait faire des expériences analogues sur la transformation du bioxyde en trioxyde et du trioxyde en bioxyde; mais il faut atteindre des températures très élevées pour que l'eau agisse sur le bioxyde, et de telles expériences sont difficiles à faire avec quelque précision dans ces conditions.

» *En résumé :* On peut obtenir la réduction totale des oxydes de molybdène à une température inférieure à 600°.

» L'oxydation du molybdène par la vapeur d'eau ne commence qu'à une température supérieure à 600° et voisine de 700°.

» Par oxydation progressive du molybdène dans la vapeur d'eau ou dans des mélanges d'hydrogène et de vapeur d'eau, on n'obtient jamais d'autres oxydes *anhydres* que le bioxyde MoO^2 et le trioxyde MoO^3.

» Vers 800°, on peut obtenir du molybdène métallique par réduction totale de ses oxydes au moyen d'un mélange d'hydrogène et de vapeur d'eau de pression totale égale à la pression atmosphérique, toutes les fois que la tension de la vapeur d'eau dans le mélange est inférieure à 350^{mm}. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarques sur la Note de M.* Lemoult *intitulée : « Relations entre la constitution chimique des colorants du triphénylméthane et les spectres d'absorption de leurs solutions aqueuses. »* Note de M. **Charles Camichel**, présentée par M. J. Violle.

« Dans la séance du 19 novembre 1900, M. Lemoult communique le résultat de ses recherches sur les colorants du triphénylméthane.

» Il signale une relation très nette entre la position des bandes lumineuses des spectres d'absorption de ces corps et leur constitution.

» Il s'exprime ainsi :

« Les colorants du triphénylméthane, qui ont deux atomes d'azote tertiaire en para du carbone central, donnent, en solution aqueuse, un spectre d'absorption possédant une bande lumineuse rouge; à raison d'une molécule gramme dans 1000^{lit} d'eau et sous

l'épaisseur de 6^{mm}, le milieu de cette bande occupe une position invariable pour ceux d'entre eux qui n'ont pas plus de ces deux atomes d'azote tertiaire et une position invariable, mais différente, pour ceux qui ont un troisième atome tertiaire. »

» Ce fait est connu depuis les recherches que nous avons faites, M. Bayrac et moi, sur les dérivés des indophénols. Ces recherches parues en janvier 1896 (*Comptes rendus,* t. CXXII, p. 193 et suivantes) ont été étendues à une série de huit corps homologues :

Indophénol dérivé du thymol,
» phénol ordinaire,
» carvacrol,
» métacrésylol,
» paraxylénol,
» méthylparaéthylphénol,
» orthoéthylphénol,
» méta-isopropylphénol.

» Nous avons employé *les dissolvants les plus divers*, éther, alcool, benzène, acide acétique, éther acétique, ligroïne, et nous avons indiqué comme conclusion de nos recherches la loi suivante, qui à notre connaissance n'avait jamais été signalée antérieurement :

» Si l'on dissout des poids de chaque corps (de la série des dérivés des » indophénols) proportionnels aux poids moléculaires dans le même vo- » lume du dissolvant, les différents spectres obtenus présentent une bande » rouge de position invariable. »

» Les observations de M. Lemoult sont donc une vérification de la loi que nous avons énoncée en janvier 1896, et dont nous avons donné une preuve plus complète que celle de M. Lemoult; attendu que les indophénols, sous la concentration qui a servi à nos expériences, présentaient une bande étroite et dont la position était beaucoup mieux définie que pour les colorants du triphénylméthane.

» A ce point de vue j'ajouterai que la dissolution d'un indophénol dans l'éther constitue un excellent écran monochromatique, bien supérieur aux verres rouges.

» Je reviendrai prochainement sur l'étude de ces phénomènes, dans une Communication plus étendue. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la maille du réseau et la forme primitive d'un corps cristallisé.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« On s'accorde à considérer les corps cristallisés comme constitués d'éléments identiques, les particules complexes, orientées parallèlement et dont les centres de gravité coïncident avec les nœuds d'un réseau. Pour tous, la maille parallélépipédique de ce réseau représente la forme primitive du cristal, c'est-à-dire que les caractéristiques des faces les plus fréquentes rapportées à cette maille sont simples; les faces de cette dernière sont des plans macles et ses arêtes des axes de groupement. Or, si la forme primitive coïncide avec la maille du réseau dans les cristaux cubiques et les corps pouvant être considérés comme des cristaux cubiques légèrement déformés, tels que le disthène, la staurotide, il en est autrement pour toute une catégorie de cristaux dans lesquelles la forme primitive et la maille sont des parallélépipèdes différents.

» Considérons, par exemple, la calcite; la théorie des groupements et, d'ailleurs, l'ensemble des propriétés physiques établissent que sa forme primitive est le rhomboèdre de 105°5′, et l'on admet que la maille du réseau est un rhomboèdre de même angle. Mais alors il devient impossible d'expliquer certains faits.

» Ainsi, par exemple, un grand nombre de cristaux ayant pour forme primitive un rhomboèdre voisin de 107° sont dimorphes, la seconde forme étant cubique. Or les rhomboèdres se transforment en cristaux isotropes cubiques sans perdre leur transparence, sans se briser et sans changement apparent de forme. Il faut donc que le réseau des cristaux rhomboédriques soit sensiblement cubique et que leur transformation résulte simplement de modifications analogues à celles qui se produisent dans les macles par actions mécaniques; autrement dit, les particules fondamentales modifient leurs orientations réciproques de façon que la particule complexe acquiert les éléments de la symétrie cubique qui lui manquent.

» Mais alors il faut expliquer comment les faces de la forme primitive peuvent être des plans réticulaires de ce réseau sensiblement cubique. L'explication est facile; si, en effet, on considère un réseau cubique comme rhomboédrique, la face déterminante $(20\bar{2}3)$ engendre un rhomboèdre de 107°6; et une légère déformation du réseau engendre une déformation de ce rhomboèdre. Ainsi dans la calcite la maille du réseau est un rhom-

boèdre de 91°42; tandis que la forme primitive est un rhomboèdre de 105°5; et si, au lieu de rapporter les faces à la forme primitive, on les rapportait à la maille du réseau, les caractéristiques seraient multipliées par 2 et par 3.

» Il est, d'ailleurs, un autre type de corps cristallisés, dans lesquels la forme primitive est un rhomboèdre dont l'angle dièdre est voisin de 82° 50' : tels sont les pyroxènes. Dans ce cas, pour rapporter les faces au réseau, il faudrait multiplier les caractéristiques par 4 et 5.

» Des considérations précédentes et des résultats fournis par l'étude des groupements cristallins résultent plusieurs conclusions importantes relatives à la structure cristalline. Tout d'abord, quand la particule complexe n'est pas cubique, elle doit être considérée comme une particule cubique déformée. Autrement dit, si, au point de vue géométrique, elle est composée d'un nombre variable de particules fondamentales, au point de vue physique elle est toujours constituée de quarante-huit de ces particules.

» Les trois plans de la particule complexe, correspondant aux plans de symétrie principaux d'une particule cubique, définissent la forme parallélépipédique, dont les faces coïncident toujours avec des plans réticulaires qui ne sont pas toujours ceux limitant la maille de ce réseau.

» De cette définition résulte non seulement que les formes primitives de tous les cristaux ont même signification physique, mais que trois caractéristiques données déterminent dans tous les cristaux des faces comparables au point de vue physique.

» Enfin, le réseau est toujours sensiblement cubique, et de ces différents résultats se déduit tout naturellement une explication de quasi isotropie de tous les corps cristallisés. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La quinone, principe actif du venin du* Iulus terrestris. Note de MM. **Béhal** et **Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le *Iulus terrestris* vit facilement en captivité; s'il a été entretenu dans de bonnes conditions de nourriture, ses glandes cutanées se maintiennent en activité sécrétoire et l'on peut, au bout d'un certain temps, quinze jours environ, recueillir une nouvelle quantité de venin aussi abondante qu'à la première excitation. L'animal, enroulé, est placé sur une soucoupe de por-

celaine et excité soit mécaniquement, soit par un courant d'induction. La première méthode est préférable. Dès qu'on presse légèrement sur les anneaux avec le dos d'un scalpel, on voit, presque immédiatement, sourdre de petites gouttelettes jaunâtres à l'endroit comprimé. Le réflexe est presque instantané. Il est limité à quelques anneaux et se produit des deux côtés du corps. Aussi, dès qu'on déplace l'animal, on voit, sur la porcelaine, une petite tâche jaunâtre d'aspect graisseux qui ne tarde pas à se décolorer. En excitant de proche en proche les côtés du corps, on obtient une sécrétion généralisée, et si l'on baigne alors l'animal dans une goutte d'eau, ou d'alcool, ou d'éther, le venin se dissout immédiatement dans le liquide qu'il colore en jaune d'or.

» La solution aqueuse du venin est neutre au papier de tournesol; elle a une odeur forte et piquante. Si on la porte à l'ébullition, le liquide distillé conserve la même odeur et possède encore ses propriétés toxiques. Nous avons essayé un grand nombre de réactions pour déterminer la nature du principe actif et, après une série de recherches, nous sommes arrivés à cette conviction que le venin renferme de la quinone, et cela pour les raisons suivantes :

» 1° Il possède l'odeur de la quinone;

» 2° Quand on chauffe à l'ébullition sa dissolution aqueuse, il est entraîné avec la vapeur d'eau.

» 3° Le liquide qui passe à la distillation est jaune et il abandonne à l'éther toute la substance qu'il tient en dissolution. Si l'on évapore l'éther sur un verre de montre, très rapidement, le résidu jaune qui s'était formé et qui possède une odeur très forte disparaît au bout de quelques instants. Ce résidu jaune est soluble dans l'alcool; il l'est aussi dans l'eau, mais beaucoup moins que dans l'éther, car, si l'on évapore la solution éthérée et qu'on reprenne le résidu par une petite quantité d'eau, il reste des parties solides non dissoutes; un excès d'eau redissout le tout.

» 4° Le liquide provenant de la distillation réduit à chaud le nitrate d'argent ammoniacal aussi neutre que possible. Nous nous sommes assurés que la quinone possède cette réaction, qui n'a point été mentionnée jusqu'ici.

» 5° Le liquide distillé, additionné d'alcali, brunit rapidement au contact de l'air.

» 6° Le liquide distillé mis en présence, à froid, d'iodure de potassium et d'acide chlorhydrique met en liberté de grandes quantités d'iode. Toutes ces propriétés appartiennent aux quinones, en général, et ne sont point

caractéristiques du premier terme de la série, la quinone proprement dite. Dans le but de préciser la nature du corps isolé, nous avons employé l'hydrocérulignone, le réactif que Liebermann (*Deutsch. chemisch. Gesellsch.*, t. X, p. 1615) a donné comme caractéristique ([1]) de la quinone ordinaire. Nous l'avons d'abord essayé sur des solutions de quinone à 5^{gr} pour 1000. Dans ces conditions, 2 gouttes d'une solution saturée d'hydrocérulignone dans l'alcool à 95° donnent, avec 3^{cc} de la solution de quinone ci-dessus, une coloration jaune rouge, et, en agitant, on voit se former dans la liqueur, en deux ou trois minutes, un précipité chatoyant qui, examiné au microscope, se montre formé de fines aiguilles qui paraissent noires.

» Le liquide obtenu avec le venin fraîchement distillé fournit cette même réaction et dans le même temps. Le venin récent et non distillé la donne aussi. Cette réaction, vraisemblablement due à l'oxydation de l'hydrocérulignone et à sa transformation en cérulignone, est très sensible. Liebermann dit qu'elle permet de reconnaître 5^{mgr} de quinone par litre.

» Il eût été préférable d'isoler la quinone en nature et de l'analyser, mais la quantité de substance dont nous disposions n'a pas dépassé $0^{gr},02$. Pour appuyer ces données chimiques, nous avons comparé l'action physiologique de la quinone à celle du venin du *Iulus terrestris*, et nous avons constaté qu'elle est absolument identique. Introduite sous la peau, elle ne produit qu'une action locale; dans l'abdomen, elle cause la mort avec les mêmes symptômes déjà décrits pour le venin du *Iulus terrestris;* dans les veines, elle détermine les mêmes troubles passagers; elle est fortement atténuée par un chauffage à 120° pendant vingt minutes, ce qui tient à l'altération de la quinone. La dose nécessaire pour tuer un cobaye par injection intra-péritonéale est de $1^{mgr},8$ environ. En se basant sur ce chiffre, on arrive, par le calcul, à trouver qu'un seul myriapode donne environ $0^{mgr},22$ de quinone à chaque excitation, ce qui fait 22^{mgr} pour 100 individus.

» Nous sommes donc amenés à conclure, d'après l'ensemble des faits énoncés dans cette Note, que le venin du *Iulus terrestris* renferme une quinone et, très vraisemblablement, de la quinone ordinaire.

» C'est là un fait intéressant et nouveau, car jusqu'ici, à notre connaissance, on n'a pas signalé de corps analogues produits par les Invertébrés. Tout récemment, M. Beijerinck (*Arch. néerland. des Sciences exactes et nat.*, p. 326; 1900) a vu qu'un champignon inférieur, saprophyte des racines de certains arbres, le *Streptothrix chromogenes* de Gasparini, produit, aux

([1]) M. Liebermann a bien voulu nous envoyer un peu de son précieux réactif, et nous sommes heureux de l'en remercier ici.

dépens des matières organiques du sol, de la quinone qui, par ses fonctions oxydantes, jouerait un rôle considérable dans la formation de l'humus. Il n'est donc pas surprenant que le *Iulus terrestris,* qui se nourrit aussi de détritus végétaux, puisse élaborer cette substance dans ses glandes cutanées.

» Quant au rôle physiologique de cette sécrétion, il est encore peu connu ; il est vraisemblable d'admettre que, grâce à son odeur pénétrante, elle est capable d'éloigner nombre d'ennemis et de servir ainsi à ces myriapodes comme moyen de défense. »

ZOOLOGIE. — *Le venin des Scolopendres*. Note de M. **S. Jourdain**, présentée par M. Perrier.

« A propos de l'intéressante Communication de M. Phisalix sur la sécrétion des Iules, qu'il me soit permis de rappeler les résultats généraux de quelques expériences que je tentai, il y a une trentaine d'années, alors que je professais à la Faculté des Sciences de Montpellier. Ces expériences portèrent sur une grande espèce de Scolopendre, *Scolopendra morsitans*, qui n'est pas rare aux environs de cette ville.

» Les sécrétions des Chilognathes sont de deux sortes. Les unes proviennent de ces glandes cutanées dont les orifices, disposés en séries régulières, sont connus sous le nom de *foramina repugnatoria*. C'est sans doute le liquide rejeté par ces derniers qui a été étudié par M. Phisalix.

» Les autres sont produites par des glandes annexées aux pièces buccales et rentrent dans la catégorie des glandes salivaires.

» Les glandes dont j'ai étudié le produit se rencontrent à la base des forcipules des Scolopendres et sont pourvues chacune d'un long conduit excréteur qui aboutit à l'extrémité terminée en crochet acéré de ces membres modifiés.

» Je fis mordre de petits Mammifères (Souris, Mulots, etc.) et des Oiseaux de petite taille par des Scolopendres recueillies dans la saison chaude.

» L'action du venin se montre très prompte. Les mouvements volontaires étaient bientôt abolis, l'animal tombait sur le côté et ne tardait pas à succomber.

» On sait que les Chilopodes se nourrissent de proies vivantes, et que, pour immobiliser celles-ci, comme les Serpents, ils se servent de leur venin.

» Chez l'Homme, ainsi que j'en ai vu deux cas, les accidents consécutifs à la morsure de la Scolopendre se bornent à une inflammation locale assez douloureuse. Ces accidents ne sont pas rares dans les pays chauds, où se montrent de grandes espèces de Scolopendres. Quelquefois ils sont accompagnés de fièvre, mais jamais je n'ai entendu dire qu'ils aient eu une terminaison funeste.

» Dans la sécrétion de la glande forcipulaire, il ne faut point chercher de quinone, comme dans celle des *foramina* des Chilognathes. Il s'agit d'un venin dont il serait intéressant, ce me semble, d'étudier méthodiquement les effets physiologiques. »

ZOOLOGIE. — *Sur la pression osmotique du sang et des liquides internes chez les Poissons Sélaciens* [1]. Note de M. E. **Rodier**, présentée par M. Duclaux.

« Je me suis proposé de comparer au point de vue de la composition chimique et de la pression osmotique (évaluée par l'abaissement du point de congélation) les eaux de l'Océan et du bassin d'Arcachon, d'une part, le sérum sanguin et les divers liquides internes des Sélaciens, d'autre part. L'eau prise dans l'Océan a une composition à peu près constante; sa température de congélation a varié dans mes expériences de $-2°,05$ C. à $-2°,09$ C. L'eau du bassin d'Arcachon, au contraire, présente une densité, une salure et un point de congélation toujours inférieurs aux valeurs que présentent les mêmes éléments dans l'Océan et variables suivant les saisons, l'amplitude des marées, suivant la région du bassin où l'eau est prélevée; en un même point du bassin et dans le même jour ces éléments varient encore avec l'heure et avec la profondeur à laquelle l'eau est puisée. Cette extrême variabilité complique le problème en même temps qu'elle le rend plus intéressant.

» Je dois ajouter toutefois que mes expériences ont porté le plus souvent sur des poissons que les pêcheries de l'Océan m'apportaient directement du large, ou sur des animaux vivant depuis plusieurs jours dans les aquariums de la Station. Or ces aquariums reçoivent une eau puisée dans

---

[1] Ces recherches ont été faites sous la bienveillante direction de M. le Dr Jolyet, Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Bordeaux et Directeur de la Station biologique d'Arcachon.

le chenal en face du laboratoire et toujours au moment de la pleine mer. Les variations de composition et de concentration de l'eau se trouvent ainsi beaucoup diminuées. Dans nos expériences, la température de congélation de l'eau des aquariums de la Station a varié de $-1°,87$ à $-1°,95$, mais je ne puis affirmer que ces nombres représentent les limites du phénomène. Comme terme de comparaison j'indiquerai qu'une solution de chlorure de sodium pur à 33 pour 100 se congèle à $-1°,90$.

» Les températures de congélation, soit de l'eau de l'Océan, soit de l'eau du bassin d'Arcachon, diffèrent notablement de la valeur $-2°,29$ C. donnée par Bottazzi comme moyenne des déterminations faites par lui à Naples avec l'eau de la Méditerranée.

» Ne pouvant relater ici en détail les expériences que j'ai faites sur de nombreux Sélaciens, je résumerai brièvement les conséquences qui en découlent.

» 1° La température de congélation du sérum sanguin chez les différentes espèces de Sélaciens est très voisine de celle de l'eau dans laquelle ils vivent; dans un certain nombre de cas, elle s'est montrée inférieure à celle de l'eau de 4 à 5 centièmes de degré, ce qui indiquerait une pression osmotique du sérum légèrement supérieure à celle du milieu. Ceci pourrait tenir à une acclimatation incomplète de l'animal dans les eaux d'Arcachon, moins salées que celles de l'Océan.

» 2° Chez un même animal, le liquide péricardique, le liquide péritonéal et aussi le liquide utérin, chez les ovovivipares femelles, ont le même point de congélation que le sérum sanguin.

» 3° Ces divers liquides contiennent des proportions de chlore sensiblement constantes pour une même espèce et un même liquide, mais représentant la moitié ou tout au plus les deux tiers du chlore contenu dans l'eau de mer. Les sels autres que les chlorures se comportent de la même façon; la détermination du résidu fixe et le dosage du magnésium le démontrent d'une façon péremptoire. Toutefois le sérum n'est pas simplement de l'eau de mer diluée; tandis que le rapport du poids du chlore à celui du magnésium est égal à 20 environ dans l'eau de mer, ce rapport s'élève à 30 pour le sérum du *Scyllium catulus* (petite Roussette).

» 4° Chez la plupart des Sélaciens, tels que *Trygon vulgaris, Scyllium canicula* et *Scyllium catulus, Centrina, Galeas canis, Raïa ondulata*, etc., les chlorures du sérum calculés en poids de NaCl par litre ont oscillé entre $15^{gr},5$ et 17^{gr}; chez la torpille, toutefois, j'ai obtenu des nombres plus grands et jusqu'à $22^{gr},6$ par litre.

» 5° Les liquides péricardique et péritonéal des divers Sélaciens, le liquide utérin de la torpille femelle se sont toujours montrés notablement plus riches en chlorures que le sérum. L'urine et la bile paraissent contenir, au contraire, toujours moins de chlorures que le sérum.

» 6° Il semble, au premier abord, inexplicable que des liquides de composition saline si différente se congèlent tous sensiblement à la même température qui est aussi le point de congélation du milieu. Cette égalisation est attribuable aux matières

organiques et principalement à l'urée, dont les divers liquides organiques des Sélaciens contiennent de 20^{gr} à 27^{gr} par litre. Ainsi s'explique la contradiction apparente que Léon Frédéricq signalait dans sa *Note sur le sang de l'écrevisse* (Bruxelles, 1899). « Il y a désaccord, disait-il, entre Bottazzi et moi, au sujet de l'équilibre osmotique » des Plagiostomes et du milieu où ils vivent. »

» 7° Le fait qu'à Arcachon comme à Naples cet équilibre est constaté par l'expérience, mais avec des valeurs notablement différentes pour les points de congélation de l'eau de mer et des liquides étudiés, semble démontrer que cette coïncidence n'est pas fortuite et qu'elle tient à l'organisation même des Sélaciens. »

ZOOLOGIE. — *Les Échinides et les Ophiures de l'expédition antarctique belge.* Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Alfred Giard.

« La commission de la *Belgica* m'a confié l'étude des Échinides et des Ophiures de l'expédition antarctique belge. Cette étude est actuellement terminée et, dans une Note récente adressée à l'Académie royale de Belgique (novembre 1900), j'ai déjà indiqué succinctement les caractères zoologiques des espèces nouvelles en attendant le Mémoire détaillé, et accompagné de planches, qui paraîtra prochainement.

» Je me propose ici d'attirer l'attention sur les caractères généraux de cette faune d'Échinides et d'Ophiures antarctiques; c'est un point que j'avais intentionnellement laissé de côté dans la Note ci-dessus, où je ne m'occupais des espèces de la *Belgica* qu'au point de vue descriptif. Ces caractères sont intéressants à signaler, non seulement parce qu'il s'agit d'espèces provenant d'une région absolument inconnue jusqu'à ce jour, mais aussi parce que l'étude de cette faune permet des comparaisons avec la faune échinologique des régions arctiques et subarctiques, ainsi qu'avec celle des régions subantarctiques. Ces comparaisons peuvent apporter un élément à la solution d'une question de géographie zoologique qui est tout à fait à l'ordre du jour; je veux parler de la théorie de la bipolarité. Les faunes arctiques sont actuellement bien connues. Les explorations se sont étendues jusqu'au 80° et 82° latitude nord et elles ont recueilli des formes littorales aussi bien que des formes de profondeur, ces dernières n'offrant d'ailleurs presque pas de types spéciaux. Les dernières expéditions n'ont ramené que des types déjà connus, et il est assez vraisemblable que ces régions, au-dessus de 82° latitude nord du moins, ne nous réservent plus beaucoup de surprises. La faune des régions antarctiques est au contraire fort mal connue, et les régions explorées ne dépassent guère le 55° latitude

sud. C'est donc plutôt une faune subantarctique qu'une faune antarctique proprement dite.

» A part deux espèces, déjà connues, des Terres Magellanes, tous les échantillons qui m'ont été remis proviennent des dragages effectués pendant la dérive de la *Belgica* dans la banquise au delà du 69° latitude sud, à des profondeurs variant entre 100^m et 600^m; ils appartiennent tous à des espèces nouvelles et qui s'écartent plus ou moins notablement des formes arctiques et subantarctiques connues. Comparons séparément les Ophiures et les Echinides de la *Belgica* aux types arctiques, d'une part, et aux types subantarctiques, d'autre part.

» Échinides. — Ce groupe est assez pauvrement représenté dans les collections de la *Belgica* par un *Goniocidaris* (*G. Mortenseni*), un *Porocidaris* très jeune et un autre Oursin régulier différent du genre *Echinus* et dont j'ai fait le genre *Sterechinus;* les Oursins irréguliers n'offrent qu'un genre nouveau, voisin du *Paleopneustes*, que je décrirai sous le nom d'*Amphipneustes,* et un fragment indéterminable d'*Hemiaster*. Or la faune des Echinides arctiques est complètement différente; elle renferme : *Dorocidaris papillata, Strongylocentrotus dröbrachiensis,* divers *Echinus* (*elegans, norvegicus, acutus,* etc.), des *Spatangus*, des *Pourtalesia, Echinocardium flavescens, Schizaster fragilis, Brissopsis, Echinocyamus,* etc. Cet ensemble, on le voit, n'offre pas la moindre ressemblance avec les formes découvertes par la *Belgica*.

» Il en est de même pour les Echinides subantarctiques, qui comprennent des représentants des genres *Goniocidaris, Arbacia, Strongylocentrotus, Echinus, Hemiaster, Schizaster;* on peut y ajouter quelques formes abyssales d'Irréguliers draguées par le *Challenger*. Cet ensemble offre peu d'analogie avec la faune rencontrée par l'Expédition belge.

» Ophiures. — La collection de la *Belgica* est très intéressante : les espèces sont au nombre de 14 et se groupent en genres de la manière suivante : 4 *Ophioglypha*, 2 *Ophiocten*, 1 *Ophiopyren*, 1 *Ophiopyrgus*, 1 *Ophiomastus*, 2 *Amphiura*, 2 *Ophioacantha* et l'*Ophiocamax*. J'ajoute, pour mémoire, un Astrophytonidé très jeune et indéterminable.

» Bien différente est la composition de la faune des Ophiures arctiques. On y trouve, en effet, plusieurs *Ophioglypha* (*O. Sarsii* et quelques espèces de petite taille), *Ophiopleura borealis*, *Amphilepis norvegica, Ophiopus arcticus*, des *Amphiura*, des *Ophioacantha* et des *Ophioscolex ;* l'*Astronyx Loveni* et quelques *Gorgonocephalus*. Or les genres *Ophiopleura, Ophiopus, Amphilepis* et *Ophioscolex,* si caractéristiques des mers boréales, font complètement défaut dans les collections de la *Belgica* et les Astrophytonidés n'y sont représentés que par un petit exemplaire unique. D'autre part, les genres *Ophiopyren, Ophiomastus* et *Ophiocamax*, rencontrés par l'Expédition belge, manquent absolument aux mers arctiques. Enfin les 4 *Ophioglypha,* les 2 *Ophiocten,* les 2 *Amphiura* et les 2 *Ophioacantha*, capturés par la *Belgica*, n'offrent aucune analogie avec les représentants arctiques de ces mêmes genres.

» La faune subantarctique des Ophiures est beaucoup plus riche que celle des Échinides ; je renvoie, pour le détail des espèces, à un travail récent de Ludwig ([1]), où l'auteur, après comparaison avec les formes arctiques, arrive à cette conclusion, déjà formulée par lui au sujet des Holothuries, qu'il n'y a pas une seule espèce commune aux deux régions.

» Or il n'y a pas davantage d'analogie entre les Ophiures subantarctiques et les espèces véritablement antarctiques découvertes par la *Belgica*, et la différence est due non seulement à une dissemblance complète des espèces pour les genres *Ophioglypha, Amphiura, Ophiocten* et *Ophioacantha* communs aux deux régions, mais à une répartition tout autre des genres, les genres antarctiques *Ophiomastus, Ophiopyren* et *Ophiocamax* faisant complètement défaut dans les régions subantarctiques où se trouvent, par contre, les genres *Ophioceramis, Ophioconis* et *Ophiomixa*.

» La comparaison de la faune des Échinides et des Ophiures antarctiques avec les formes arctiques est donc absolument contraire à la théorie de la bipolarité des faunes.

» L'étude des autres groupes recueillis par la *Belgica* fournira-t-elle des résultats analogues ? Il serait prématuré de le supposer. Je rappellerai cependant qu'en signalant dans ce Recueil ([2]) la présence du *Crangon antarcticus* dans les récoltes de la *Belgica*, M. H. Coutière a fait remarquer que les affinités de cette espèce avec le *Cr. franciscanus* étaient loin d'apporter une preuve en faveur de la bipolarité, comme le croyait Ortmann, le *Cr. antarcticus* offrant aussi des analogies avec le genre *Sclerocrangon* et avec les espèces abyssales du genre *Pontophilus*.

» Quoi qu'il en soit, il reste acquis que les Échinides et les Ophiures capturées par la *Belgica* dans les mers antarctiques offrent un facies tout à fait spécial et sans aucune analogie ni avec les formes arctiques et subarctiques, ni avec les formes subantarctiques déjà connues. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les formations endogènes du champignon isolé des tumeurs cancéreuses.* Note complémentaire de M. **M. Bra**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans nos précédentes Notes ([3]), nous avions avancé que le champignon isolé par nous des tumeurs cancéreuses se reproduit par voie endogène.

([1]) *Hamburger Magalhaensische Sammelreise. Ophiuroiden.* 1899.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXX, n° 24.

([3]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1898, n° 35, p. 1050. — *Presse Mé-*

L'absence de membrane d'enveloppe autour des éléments réfringents contenus dans les globules et la présence du bourgeonnement dans les cultures que nous lui avions soumises, ont engagé M. le professeur Vuillemin [*Cancer et tumeurs végétales* (*Société des Sciences de Nancy*, 15 février 1900)] à nier la sporulation et à faire de ce champignon un Blastomycète différant par la couleur de ses cultures des Blastomycètes qui ont été isolés jusqu'ici des tumeurs cancéreuses par San Felice, Busse, Roncali, Léopold et autres. Or, si l'on repique dans l'urine filtrée, mais non chauffée, de cancéreux cachectiques une des cultures rouges à formes bourgeonnantes qu'a étudiées M. Vuillemin, la coloration rouge ne tarde pas à faire place à la coloration gris blanchâtre, ou gris jaunâtre des premières cultures qui suivent les ensemencements de fragments cancéreux et, en même temps, apparaissent nettement dans les globules les endospores nues ou encapsulées, ainsi que le démontrent d'une manière irréfutable les dessins (*fig.* 1, 2, 3)

Fig. 1.

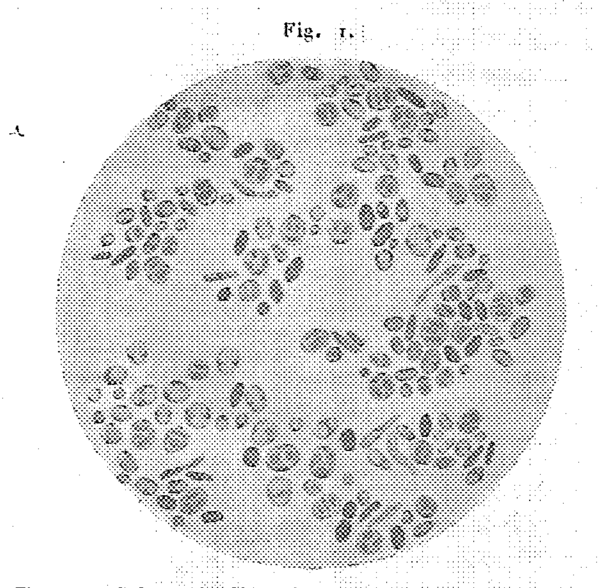


Fig. 1. — Culture du Champignon dans l'urine de cancéreux. Formations endogènes. Coloration : safranine. Gross. $\frac{1000}{1}$.

faits, à ma demande, par M. Karmansky d'après des préparations non fixées, la fixation enlevant toute netteté à ces formations.

---

dicale, 22 février 1899. — *Comptes rendus*, 10 juillet 1899, p. 118. — *Congrès français de Médecine*, 1899, p. 617. — *Congrès de Paris*, 1900. — *Le cancer et son parasite* (*Société d'éditions scientifiques*; Paris, 1900).

» La *fig.* 1 est particulièrement la démonstration de l'enchaînement des formes dessinées dans nos publications antérieures, l'apparition des endo-

Fig. 2



Fig. 3.

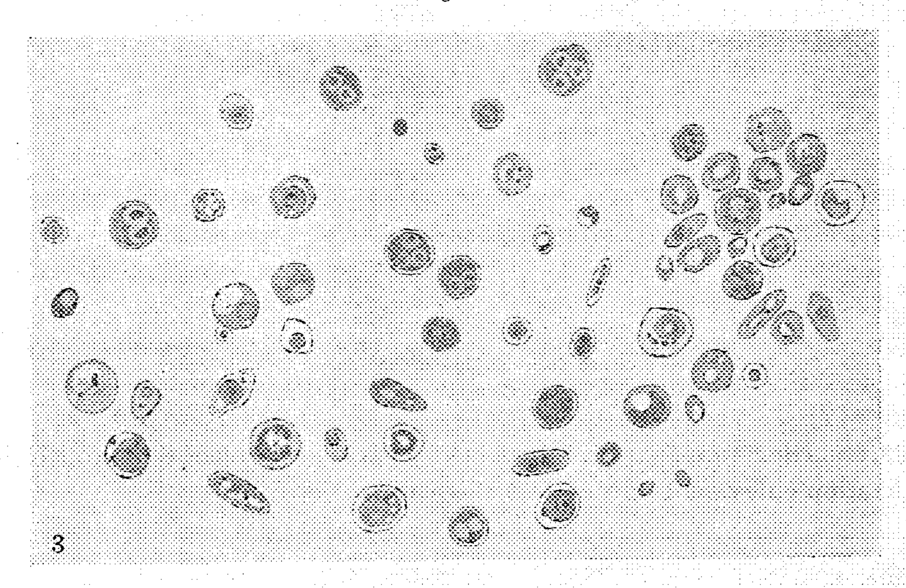


Fig. 2 et 3. — Cultures du champignon dans des bouillons de décoctions végétales, après passage dans l'urine de cancéreux. Color. : *fig.* 2, safranine ; *fig.* 3, bleu de Kuhn. Gross. $\frac{1000}{1}$. Karmansky del.

spores cylindriques dans les cultures étant le signal du passage de l'état levuriforme à l'état filamenteux conidien.

» *Ce champignon n'est donc pas un Blastomycète*, puisque ce mot sert à désigner un mode de végétation par bourgeonnement. Il peut végéter en Blastomycète, mais il se reproduit aussi par endospores et présente un état filamenteux. Il appartient, par conséquent, à un ordre plus élevé.

» La plupart des éléments représentés dans les préparations qui accompagnent cette Note sont morphologiquement superposables aux inclusions énigmatiques décrites par les histologiques dans les tissus cancéreux, et il est facile de se rendre compte que les inclusions sphériques de Darier, Wichkam, Malassez, Foa, Ruffer, Gallovay, Albarran, Burkhardt, etc. correspondent, d'une manière générale, soit aux *cellules mères* du parasite, soit aux spores mises en liberté, tandis que les organismes pisciformes, vermiformes, décrits plus récemment par Sjöbring, Sawtchenko, Soudakewitch, Podwyssotzki, Ruffer et autres histologistes, répondent aux spores encore incluses dans les globules du champignon, aux *endospores*. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 novembre 1900.

Recueil de données numériques, publié par la Société française de Physique. Optique, par H. Dufet; 3e fasc. : *Pouvoirs rotatoires; couleurs d'interférence; supplément*. Paris Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-8°.

Contribution à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général, par M. Michel-Lévy. Paris, Baudry et Cie, 1893; 1 fasc. in-8°.

Mémoire sur le porphyre bleu de l'Esterel, par M. A. Michel Lévy, Membre de l'Institut. Paris, Baudry et Cie, 1897; 1 fasc. in-8°.

Commission de la tuberculose. La propagation de la tuberculose, moyens pratiques de la combattre. Paris, Masson et Cie, 1900; 1 vol. in-8°.

Études biologiques sur les « Tuniciers coloniaux fixés », par M. Antoine

Pizon, Nantes, 1900; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. E. Perrier. Hommage de l'Auteur.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; t. XII, n° 143. Paris, Paul Dupont, 1900; 1 fasc. in-8°.

Zur Bestimmung kleiner Flächenstücke des Geoïds aus Lothabweichungen mit Rücksicht auf Lothkrümmung, von F.-R. Helmert; erste Mittheilung. Berlin, 1900; 1 fasc. in-8°.

Aperçu de la Géologie du Portugal, par Paul Choffat. Lisbonne, 1900; 1 fasc. gr. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry. Hommage de l'Auteur.)

Cinq opuscules *sur la Zoologie*, par Carlos Berg. Buenos-Aires, 1900; 5 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Die Verwitterungsrinde der russischen Ebene, von N. Bogoslowsky. Saint-Pétersbourg, 1900; 1 fasc. in-8°.

Die Anwendung der Netzelektroden in der Elektroanalyse, von Dr Heinrich Paweck. Cöthen, 1900; 1 fasc. in-8°.

Prace matematyczno-fizyczno; t. XI. Warszawa, 1900; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 décembre 1900.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances de 1900. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 fasc. in-8°.

Société industrielle d'Amiens. Programme des questions mises au concours pour l'année 1900-1901. Amiens; 1 fasc. in-8°.

L'éclipse totale de Soleil du 28 *mai* 1900, par MM. R. Gautier, A. Riggenbach et A. Wolfer. Genève, 1900; 1 fasc. in-8°.

An old Indian village, by Johan August Udden. Rock Island, Ill., 1900; 1 fasc. in-8°.

Report of the Commissioner of education for the year 1898-99; vol. I. Washington, 1900; 1 vol. in-8°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par N. Krichtafovitch; vol. III, livraison 10. Novo-Alexandria, 1900; 1 fasc. in-4°.

Bulletin of the Museum of comparative Zoölogy; vol. XXXVI, nos 1, 2; vol. XXXVII, n° 1. Cambridge, Mass., 1900; 3 fasc. in-8°.

Transactions of the American mathematical Society; vol. I, number 3. Lancaster, Pa., 1900; 1 fasc. gr. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 décembre 1900.

Cours de Physique mathématique. Électricité et Optique. La lumière et les théories électrodynamiques. Leçons professées à la Sorbonne en 1888, 1890 *et* 1899, par H. Poincaré, Membre de l'Institut. 2e édition revue et complétée par Jules Blondin et E. Néculcéa. Paris, G. Carré et C. Naud, 1901; 1 vol. gr. in-8°.

Les Eaux souterraines et les sources, par Paul Choffat. Lisboa, 1899. (Hommage de l'Auteur.)

Association générale des Étudiants de Paris. Annuaire 1900-1901. Paris, 1901; 1 vol. in-12.

Elemente der Gesteinslehre, von H. Rosenbusch. Zweite Auflage. Stuttgart, 1901: 1 vol. gr. in-8°.

The origin of the individual. On the imitation of protoplasm, by A.-L. Herrera. (Extr. de *Memorias de la Sociedad Alzate,* 1900.) 1 fasc. in-8°.

Mémoire sur l'altitude de l'observatoire de Genève, par Justin Pidoux. Genève, 1900; 1 fasc. in-4°.

Spoglio delle osservazioni sismiche dal 1° *novembre* 1899 *al* 31 *ottobre* 1900, Raffaello Stiattesi. Mugello, 1900; 1 fasc. in-8°.

Memorandum on the organization of Indian Museums, by George Watt. Simla, 1900; 1 fasc. in-f°.

Proceedings of the Royal Irish Academy, Third series, vol. VI, n° 1. Dublin, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin des nouvelles publications tchèques, publié par la librairie Fr. Rivnac; vol. I, fasc. 1. Prague, 1900; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 3 décembre 1900.)

Note de M. *G. Delacroix,* Sur la maladie des Œillets produite par le *Fusarium Dianthi* Prill. et Delac. :

Page 962, ligne 20, *au lieu de* du reste, *lisez* des pieds.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 17 DÉCEMBRE 1900,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LEVY.

M. **MAURICE LEVY** prononce l'allocution suivante :

« MESSIEURS,

» Voici notre dernière séance solennelle d'un siècle où la Science aura tenu la plus grande place.

» C'est la première fois que le fait se produit. Mais aussi, nous sommes les premiers hommes que la Science, par une sorte de miracle, aura fait assister à deux existences terrestres : celle d'il y a soixante ans et celle d'aujourd'hui, infiniment plus dissemblables, à bien des égards, que si, en d'autres temps, elles avaient été séparées par des centaines, des milliers d'années, si bien que nous aurons vraiment vécu comme si nous étions nés deux fois à de longs siècles d'intervalle.

» Pourquoi cette rénovation de la vie s'est-elle produite juste à notre époque et pas avant? Est-ce un accident ou un commencement? Vivons-nous en un siècle fortuit ou est-il bien le premier d'une ère nouvelle et durable qui serait l'ère du Messianisme de la Science sur cette terre?

» C'est sur ces questions que je voudrais vous présenter quelques courtes réflexions. Il en devra ressortir ceci : que notre siècle est fait de toute la poussière de pensée scientifique éparse dans le passé, et que c'est bien sous nos yeux que cette nébuleuse devait recevoir ses premières clartés.

I.

» Messieurs, en toutes choses et de tout temps, la pratique a devancé le précepte. Les arts utiles sont venus avant la Science. Mais sitôt nés, ils auraient eu besoin de cette mère nourricière pour se développer. Ils l'ont appelée, ils l'ont interrogée. C'est de ces appels et de ces interrogations qu'elle est sortie. Ils étaient la fonction, elle est devenue l'organe. Comme toujours, la fonction a créé l'organe, puis l'organe a grandi et anobli la fonction. Pour cela la Nature réclame beaucoup de temps. C'est pourquoi la Science a tardé à venir. En fait, et j'en dirai la raison un peu plus loin, le capital scientifique susceptible d'être sérieusement mis en valeur par l'industrie humaine n'a commencé à être constitué que vers la fin du siècle dernier. Jusque-là les plus grandes idées et les plus belles inventions du passé sont restées stériles.

» Ainsi, il y a vingt-cinq siècles que les philosophes grecs ont enseigné comme un axiome de Métaphysique la pensée que rien ne sort de rien et que rien ne rentre dans le néant. Il a fallu juste ces vingt-cinq siècles pour que cette pensée sortît des rêves de la Métaphysique pour entrer dans le domaine de la certitude et de la précision scientifiques, c'est-à-dire pour devenir féconde. C'est de cette vieillerie renouvelée que notre siècle aura tiré sa plus riche parure, sa grandeur scientifique et sa prospérité matérielle.

» C'est à cette même époque des plus anciens philosophes de la Grèce que remontent les premières notions acquises par l'homme sur les phénomènes électriques et magnétiques. Qu'entre les deux il y a une parenté, c'est ce dont les grands navigateurs du xve siècle eussent bien pu s'apercevoir, chaque fois que, par les gros temps, précisément quand la boussole leur eût été le plus nécessaire, ils la voyaient affolée sous l'action de la foudre. Ils devaient voir là quelque pouvoir surnaturel uni aux éléments pour les perdre plus sûrement.

» Il a fallu arriver à l'année 1801, c'est-à-dire à cette invention tout à fait primordiale qui s'appelle la *pile de Volta* et à la découverte, par Oersted,

de l'action du courant voltaïque sur la boussole, pour que Ampère pût enfin établir entre l'électricité et le magnétisme cette union féconde d'où, avec les travaux de Faraday sur l'induction, est sortie notre industrie électrique avec toutes les merveilles que vous connaissez.

» La force de la vapeur a été étudiée par l'École d'Alexandrie. Mais la Science manquait, et ce n'est encore qu'au début de notre siècle, après l'expiration des brevets de Watt, quand la construction de la machine à vapeur fut devenue libre, qu'elle a commencé à prendre son essor, mais encore sans guide scientifique suffisant. Aussi se tenait-elle dans les basses pressions. C'est la création de la Thermodynamique qui, dans le dernier demi-siècle, lui a donné sa puissance et a permis d'obtenir le cheval-vapeur avec une consommation de charbon quatre ou cinq fois moindre que celle des débuts.

» La poudre à canon, qui devait tant révolutionner le monde, a commencé par le révolutionner bien peu pendant cinq cents ans. Ce n'est qu'au XVIIe et au XVIIIe siècle qu'elle a sérieusement modifié l'art de la guerre et, entre le canon d'aujourd'hui et celui d'alors, il y a presque autant de différence qu'entre celui-ci et une simple arquebuse.

» Le canon d'aujourd'hui est un des laboratoires les plus instructifs que possède la Science. Et n'allez pas croire que, dans le laboratoire dont j'entends vous parler, ce soit la chair humaine qui serve de réactif.

» D'abord, c'est du canon moderne que sont sortis ces autres canons très pacifiques, eux, qui s'appellent des *machines à explosion* ou *machines à pétrole* ou *à gaz tonnant*, qui rendent tant de services, notamment à l'automobilisme.

» Ce sont ensuite les grandes pressions obtenues dans ces machines qui ont aussi déterminé la machine à vapeur à passer à des pressions de 20^{kg} à 25^{kg}, qu'il y a quelques années on eût regardées comme impossibles. C'est de là que sont venues à la fois la puissance et l'économie dans ces moteurs de $20\,000^{chx}$ à $30\,000^{chx}$, qui promènent des navires aussi populeux que de petites cités, sur les vagues de la mer, avec autant d'aisance et de coquetterie que vogue le cygne sur le lac tranquille et, dans ces locomotives qui, lancées à des vitesses de 100^{km} ou 120^{km} à l'heure, « se » dirigent aussi aisément dans la nuit la plus sombre qu'en plein jour ».

» C'est, de même, le canon qui a appris à trouver des fermetures simples et étanches contre les plus hautes pressions. Je me rappelle combien ce problème nous a paru difficile lorsque, pendant la guerre de 1870, j'étais chargé par le gouvernement de Tours et de Bordeaux de faire, pour

la première fois, construire du matériel de guerre par l'industrie privée. C'était une grande innovation qui semblait alors une grande hardiesse, que cette décision prise, sous l'empire de la nécessité, par le gouvernement de la Défense nationale. Je ne sais qui était le plus ignorant, en fait de matériel de guerre, de l'industrie qui devait le fabriquer ou de moi qui devais lui en fournir les éléments. Cela a marché pourtant. L'industrie s'y est mise avec autant de science que de dévouement et de patriotisme. Mais combien était délicate la construction de l'obturateur dans ces premiers canons français se chargeant par la culasse que venait d'imaginer l'illustre général, alors colonel de Reffye, et combien, de son côté, la gargousse était compliquée.

» Aujourd'hui tout cela est bien facilité, et les résultats obtenus par des expériences faites en vue de la guerre ont servi tous les arts et toutes les branches de la Science où les hautes pressions acquièrent chaque jour un rôle plus capital : les machines, la fabrication des agglomérés, l'emploi de l'air comprimé et de l'eau sous pression et enfin cette grandiose opération scientifique et philosophique de la liquéfaction et de la solidification des gaz les plus réfractaires.

» Ce sont encore les nécessités créées par l'art militaire qui ont amené, dans la Métallurgie, les merveilleux progrès accomplis dans ces dernières années, qui, notamment, ont contribué à nous apprendre qu'en ajoutant au fer quelques centièmes de carbone ou de nickel, ou de manganèse, ou de telle autre matière, on peut modifier à son gré soit la ténacité, soit la ductilité de l'acier, et adapter ainsi les qualités de ce métal aux besoins les plus variés : aux grands ouvrages métalliques, aux rails des chemins de fer, au matériel roulant, au matériel naval, et c'est par là que chaque jour permet d'accroître un peu la vitesse de marche sur nos voies ferrées et la vitesse de nos paquebots.

» C'est aussi en vue du canon qu'on a étudié ces puissants explosifs qui ont ensuite servi dans les machines, dans les exploitations des mines, des carrières, dans les grandes percées comme celles des Alpes qu'on n'eût jamais pu entreprendre sans eux.

» D'autre part, les appareils inaugurés pour observer tous les détails du passage du projectile dans l'âme d'un canon, malgré la durée à peine appréciable du phénomène, et les lois ainsi observées sont d'un haut intérêt pour la Physique et la Chimie. Ces lois forment l'objet de la Balistique intérieure.

» La Balistique extérieure constitue, de son côté, un des beaux pro-

blèmes de la Mécanique, surtout en raison des vitesses formidables données aujourd'hui aux projectiles. Ces vitesses atteignent 1000^m à 1200^m par seconde, c'est-à-dire que les canons d'aujourd'hui sont capables d'envoyer leurs projectiles, d'un poids de plusieurs kilogrammes, à destination avec une vitesse trois ou quatre fois plus grande que celle avec laquelle la nature est capable de transmettre un simple son. Il s'ensuit que, de même que l'éclair se voit avant qu'on entende le tonnerre, de même le projectile arrive avant le bruit de la détonation, et ce fait a donné lieu à des remarques théoriques extrêmement importantes en Hydrodynamique, sur la propagation des vagues que le projectile produit dans l'air, remarques faites, pour la première fois, par le savant et regretté capitaine d'Artillerie de marine Hugoniot.

» Ainsi, on voit que le canon nous instruit de bien des manières. C'est pourquoi, tout en restant très pacifiques, ne souhaitons pas la mort du canon, à charge de réciprocité de sa part, autant que possible. Souhaitons que, de plus en plus, il ne travaille que pour la Science et l'Humanité.

» De toutes les inventions qui ont occupé notre siècle, la seule qui ne soit pas d'origine ancienne est l'Aérostation. C'est, sans doute, pour cela que le concours scientifique nécessaire pour la faire complètement réussir n'a pas encore pu être obtenu. On s'en console en la promettant à nos successeurs du xx[e] siècle, qui ne la verront peut-être pas plus que nous. On oublie un peu qu'elle avait déjà été promise à nos pères. L'apparition des premières montgolfières fut naturellement un grand événement national. On s'en entretenait à la Cour et à la Ville. Arago rapporte que, quand la maréchale de Villeroy, qui n'y avait d'abord pas voulu croire, eut vu, de ses propres yeux, s'élever, dans les airs, le premier ballon qui portait le physicien Charles, elle s'est écriée : « Décidément rien n'est » impossible aux hommes; je suis certaine à présent qu'ils vont découvrir » le remède contre la mort. Et dire que je serai peut-être morte à ce mo» ment-là! » Non seulement on regardait les voyages par ballons dirigeables comme chose prochaine, mais on pensait à la guerre aérienne, non pas simplement aux parcs d'aérostation tels qu'on les emploie aujourd'hui, ou tels qu'on les a employés, pour la première fois, si je ne me trompe, et pour le grand profit de la France, à la bataille de Fleurus, mais à de vrais combats en ballons. On tenait pour très urgent de mettre nos forteresses en état de défense contre ce nouveau genre d'agression.

» Une trentaine d'années se passent. Rien n'est changé, et il est assez curieux de rapprocher de l'enthousiasme, bien naturel d'ailleurs, qu'avaient excité les commencements de la conquête de l'air, la prédiction suivante,

faite, dès les premières années de notre siècle, par un grand ingénieur américain, Evans, l'un des aïeux de l'automobilisme sous toutes ses formes ([1]) :

» Je ne doute pas, disait Evans, que mes machines n'arrivent à faire marcher des bateaux contre le courant du Mississipi et des voitures sur les grandes routes avec grand profit.

» Le temps viendra où l'on voyagera d'une ville à l'autre dans des voitures mues par des machines à vapeur et marchant *aussi vite que les oiseaux peuvent voler*, 15 ou 20 milles à l'heure.... Une voiture partant de Washington le matin, les voyageurs déjeuneront à Baltimore, dîneront à Philadelphie et souperont à New-York, le même jour....

» Des machines feront faire aux bateaux 10 à 12 milles par heure, et l'on verra des centaines de steamers courir sur le Mississipi, conformément aux prédictions faites il y aura alors bien des années ([2]).

» Certes, voilà un augure que les autres augures pourraient rencontrer sans rire, mais non sans se découvrir respectueusement. Il est impossible de prévoir plus juste jusque dans les chiffres annoncés. On voit donc que ce grand ingénieur trouvait, il y a près de cent ans, que l'automobilisme est la meilleure concurrence à faire aux oiseaux.

» Il n'empêche que le problème de l'Aérostation a été poursuivi en Amérique et il est juste de dire que cette invention si française n'a pas non plus été négligée en France, ce qui n'a pas été le cas de toutes les grandes inventions nationales, notamment de celles de Papin, du marquis de Jouffroy et de celle moins connue de Joseph Cugnot. On sait avec quelle clairvoyance notre illustre Confrère Dupuy de Lôme a approfondi la question, et deux de nos officiers qui ont le génie de la Mécanique, — ils ne sont pas les seuls, — sont, de leur côté, arrivés à de très heureux résultats. L'un d'eux dirige aujourd'hui l'une de nos plus grandes usines de fabrication d'automobiles. Il contribuera certainement à maintenir à la France la suprématie qu'elle paraît avoir en ce genre d'industrie.

» Mais serait-ce à dire qu'après avoir beaucoup médité sur la navigation aérienne, il en serait arrivé à penser aujourd'hui comme Evans pensait il y a près d'un siècle, à savoir, que l'automobile est le plus rapide des oiseaux?

» Il est certain que l'oiseau est une machine dont le rendement est en-

---

([1]) Après toutefois l'ingénieur français Joseph Cugnot qui a construit, dès l'année 1770, un tricycle à vapeur, très bien conçu et conservé dans notre Musée d'Artillerie.

([2]) Thurstone, *Histoire de la machine à vapeur*, traduction de M. Hirsch, vol. I, p. 108. Le passage en italique a été souligné par l'auteur.

core incomparablement supérieur à celui des machines les plus légères que nous sachions construire. Il reste donc beaucoup à faire et on n'arrivera peut-être à l'aviation que quand les physiologistes auront, comme ils y tendent, donné plus complètement la main aux mécaniciens en ce qui touche la machine animale.

» Quant au ballon, il ne semble pas devoir constituer une solution définitive. La nature aurait pu faire des oiseaux-ballons, c'est-à-dire des oiseaux se gonflant et se dégonflant à volonté en produisant un gaz plus léger que l'air. Elle l'eût sans doute fait si ce n'eût été moins simple que l'aviation.

» Après cela, je ne me dissimule pas que le métier de devin est devenu très ingrat en France, depuis que Rabelais nous a appris qu'un horoscope est à la naissance de chaque sot.

II.

» Dans ce qui précède, j'ai montré qu'en fait ce n'est qu'au cours de notre siècle que la Science est sérieusement venue en aide à toutes les inventions passées. Mais alors se pose cette question : Pourquoi est-elle venue précisément pendant notre siècle et non avant?

» Pour répondre à cette question, il convient de faire la remarque suivante : Tant que l'homme a cru que la Terre est le centre fixe du monde, tant qu'il n'en a pas connu même la forme, tant qu'il a pu admettre, avec Lucrèce, qu'il ne pourrait pas exister d'habitants à notre antipode parce qu'ils seraient forcés de marcher la tête en bas, il est évident qu'il ne pouvait rien connaître des forces cachées de la nature, ni par suite les utiliser. Pour que la Science pût prendre naissance et venir au secours de l'industrie, il a donc fallu, avant tout, que quelques libres esprits, quelques hommes de génie et de courage, la délivrassent de la servitude du passé. Ces hommes ne sont venus qu'aux environs de la Renaissance, et ce n'est que vers la fin du XVIIe siècle que leur œuvre fut couronnée par la grande découverte newtonienne de la gravitation universelle. De là est sortie d'abord la Mécanique céleste qui s'est développée au XVIIIe et au XIXe siècle et a trouvé, en France, ses plus puissants apôtres : Clairaut, Laplace, Le Verrier, Delaunay et enfin Tisserand, qui a repris l'œuvre monumentale de Laplace, la *Mécanique céleste*, pour la mettre au courant de la Science de notre époque. Je ne cite que des morts.

» C'est de la Mécanique céleste que Newton et ses successeurs du XVIIIe siècle ont tiré la Mécanique générale. Ce n'est donc qu'au cours de

notre siècle qu'a pu se constituer la Mécanique industrielle, celle que nous appliquons chaque jour.

» Qu'il me soit permis d'insister sur cette genèse de la Mécanique. Le fait qu'elle descend du ciel est bon à faire connaître aux utilitaires, à ceux qui n'apprécient la Science qu'en tant qu'elle peut leur être d'un profit immédiat, qui se plaignent de ce qu'on en enseigne toujours trop dans nos Écoles et qui regardent comme une superfluité toute celle qu'ils ne puisent pas dans ces formulaires, manuels, aide-mémoire, dont quelques-uns, faits consciencieusement, auraient leur utilité, et encore pour ceux qui savent, mais dont nous sommes vraiment trop envahis.

» Les encyclopédistes du siècle dernier qui ont procuré à la France la gloire d'avoir offert au monde, mieux qu'une exposition, le premier exposé philosophique, scientifique et pratique du savoir humain, et d'où est sortie cette évolution, vers la pratique, de notre siècle, nous avaient déjà annoncé, comme seul inconvénient de leur grande œuvre, que nous serions débordés par les entrepreneurs d'aide-mémoire. D'Alembert, dans sa magistrale Introduction à l'œuvre de l'*Encyclopédie,* nous met en garde contre leur intrusion dans la Science.

» Sans doute, il ne faut pas, dans les écoles professionnelles, enseigner la Science pour la Science. A ce point de vue, l'idée très philosophique qui, au siècle dernier, fut d'abord émise par Lamblardie, de créer l'École Polytechnique, c'est-à-dire une école où serait réuni, sous forme doctrinale, un enseignement purement scientifique capable de préparer à toutes les applications, a pu, comme les meilleures idées, avoir son revers. Elle nous a habitués à trop séparer, dans notre enseignement à tous les degrés, la doctrine de l'application. Il faut, au contraire, les réunir. Dès l'école primaire, il faut montrer l'application dans la Science et la Science dans l'application, et il faut maintenir cette méthode unitaire dans toute la hiérarchie de notre enseignement. Quant à ce qui touche la quantité de Science dont il convient d'abreuver chaque élève, il faut s'inspirer non pas strictement de celle qui lui suffirait à son entrée dans une carrière professionnelle, mais chercher à prévoir celle qu'il lui faudra à la fin de sa carrière, en escomptant le progrès si rapide à notre époque. Lui en donner davantage serait inutile, lui en donner moins serait insuffisant et abaisserait peu à peu notre industrie.

» Quant aux méthodes d'enseignement, elles doivent être très générales quand on s'adresse à ceux qui sont destinés à former l'état-major de l'industrie, d'abord parce que ces méthodes sont les voies rapides, celles qui permettent d'enseigner beaucoup de matières en peu de temps, ensuite

parce que ceux à qui l'on enseigne seront précisément voués, pendant leur carrière, à la conception des idées générales et des organisations d'ensemble.

» Pour les autres, il faut, au contraire, les méthodes de plus en plus directes et voisines du but spécial à atteindre, à mesure qu'on descend dans l'échelle hiérarchique des emplois.

» Mais au sommet de l'échelle devra toujours briller la Science pure et désintéressée. Ce sont les pays qui la cultivent le mieux qui seront les maîtres du marché de demain, parce que c'est la haute Science, celle que les utilitaires croient inutile, soit parce qu'ils l'ignorent, soit parce qu'elle est peut-être, en effet, l'inutile d'aujourd'hui, qui sera l'utile de demain. N'oublions donc jamais que si la Mécanique appliquée est arrivée aujourd'hui à des résultats si merveilleux, si nous pouvons calculer à l'avance les organes des machines les plus complexes, c'est parce qu'autrefois des pâtres de la Chaldée et de la Judée ont observé les astres, c'est parce que Hipparque a réuni leurs observations aux siennes et nous les a transmises, c'est parce que Tycho-Brahé en a fait de plus parfaites, c'est parce qu'il y a deux mille ans passés, un grand géomètre, Apollonius de Perga, a rédigé un Traité des sections coniques regardé, pendant des siècles, comme une inutilité, c'est parce que le génie de Képler utilisant cet admirable Ouvrage et les observations de Tycho-Brahé, nous a donné ses sublimes lois qui, elles-mêmes, auront été jugées bien inutiles par les purs utilitaires; c'est, enfin, parce que Newton a trouvé la loi de la gravitation universelle.

» Il semble que la Science, comme les anciens prophètes, ait eu besoin de passer des siècles dans la contemplation du ciel, loin des hommes, avant de pouvoir leur apporter la vérité. Il en sera toujours ainsi. Toujours avant de devenir utile, la Science devra aller communier sur les hauteurs, là où s'assemblent les nuages, mais où jaillit aussi l'éclair. Et voilà pourquoi ce n'est qu'à la fin du XVIIIe siècle que la Mécanique pouvait être et a été définitivement constituée et que c'est nous qui, par une extraordinaire faveur, avons, les premiers, pu en profiter. La Chimie venait, de même, d'être constituée par Lavoisier. La Physique était encore dans les limbes, où elle attendait le sauveur qui la rachèterait du péché de n'avoir pas encore répudié les six fluides impondérables : fluide calorique, fluide lumineux, deux fluides électriques et deux fluides magnétiques.

» Tel est, en dehors des sciences naturelles qui se formaient aussi en suivant leur voie propre, le bilan de la Science au début de ce siècle; c'est la première fois qu'il existait une véritable réserve scientifique permettant de commencer à guider l'industrie humaine dans les voies de la Science.

» A cet héritage que nous avons reçu, voyons sommairement ce que notre siècle a ajouté et celui qu'il laissera après lui. C'est par là que nous pourrons juger du degré de vitalité que garde encore l'ère des grandes inventions, même après tout ce qu'elle nous a déjà donné.

» Pour me tenir dans la limite de temps qui m'est imposée, je suivrai plus particulièrement la Mécanique, parce que c'est à elle que toutes les autres Sciences physiques et même naturelles doivent peu à peu être ramenées. Elle est ainsi la Science des Sciences, le thermomètre de toutes les autres. Tant qu'elle n'a pas existé, il n'y a pas eu à proprement parler de Science. Ce n'est que depuis que Newton, complétant les travaux de Galilée et d'Huygens, lui a donné quelques fondements solides que la Science moderne tout entière est née.

III.

» De même que la Mécanique céleste, de même que la Chimie, c'est en France que la Mécanique générale a été définitivement constituée. Après les travaux d'Euler et de D. Bernoulli, d'Alembert a montré qu'elle pouvait être comprise tout entière dans un principe unique qui porte son nom, et Lagrange a traduit ce principe par une formule mathématique qui fait tenir tout le dynamisme newtonien dans une ligne d'écriture. C'est la plus haute perfection qu'une Science humaine ait jamais atteinte.

» Mais, à cette hauteur et sous cette forme concise, elle était plutôt un témoignage de la puissance de l'esprit humain qu'un instrument usuel. Elle n'avait jusque-là donné la preuve de sa force qu'au ciel. Il fallait la rendre propre aux grands problèmes qu'allait bientôt lui poser le progrès de l'industrie humaine. Ici encore c'est notre pays qui a tout préparé. C'est l'École Polytechnique, ce sont nos grandes Écoles d'application, c'est l'enseignement d'une pratique rationnelle qui y a été inauguré, ce sont les maîtres qui ont créé cet enseignement qui, par leurs leçons, leurs écrits et leurs découvertes, ont rendu cette haute Mécanique propre aux applications.

» Navier, Cauchy, Poisson, Lamé, de Saint-Venant créent ou perfectionnent la Mécanique moléculaire.

» Navier, Clapeyron, Bélanger, Bresse créent ou perfectionnent la résistance des matériaux.

» Poncelet publie ses Leçons de l'École de Metz et crée la Mécanique industrielle que Coriolis, Bélanger, Résal, Phillips, etc., développeront.

» Borda, le baron Charles Dupin et Reech perfectionnent l'art nautique et la théorie du navire.

» Poinsot apporte, à toute la Mécanique, la géniale notion des couples qui jette une lumière nouvelle sur toutes les parties de cette grande Science.

» Coriolis donne la théorie des mouvements relatifs. Lazare Carnot avait donné celle du choc. Foucault force la Terre à écrire sur son propre sol le témoignage de son mouvement diurne et, par ses admirables expériences, découvre les propriétés gyroscopiques de la matière, et la Mécanique est assez forte pour les appliquer et créer des appareils de ce genre.

» Mais soudain cette Science d'apparence si robuste est arrêtée devant la machine à vapeur dont elle n'a pas, à elle seule, su donner une théorie satisfaisante, et, à plus forte raison, devant les machines électriques. Elle est souveraine dans l'étude des mouvements de la matière tangible, mais non dans celle où interviennent ces mouvements invisibles qui s'appellent la *chaleur,* la *lumière,* l'*électricité* et le *magnétisme.* Or nous savons aujourd'hui que ce sont là les grandes puissances de l'univers. C'est la Science de ces invisibles que notre siècle a, pour la première fois, entreprise, et c'est là ce qui lui donne son caractère spécifique. Mais, pour cela, il a dû revenir aux idées cartésiennes qui avaient été trop délaissées pendant le XVIIIe siècle.

» On s'est rappelé alors que celui qui a créé la Géométrie analytique, qui a eu cette grandiose pensée de *mettre* l'espace figuré *en équation,* nous a, par là même, suggéré l'idée que tout allait pouvoir se mettre en équation; que toute forme, toute qualité, toute phénoménalité allait pouvoir être quantifiée ou *positivée,* comme diraient les disciples d'Auguste Comte.

» Après la mise en équation de l'espace figuré est venue la mise en équation de l'espace impénétrable, c'est-à-dire la Mécanique analytique de Lagrange; puis, la mise en équation de l'espace impénétrable dans ses rapports avec l'espace pénétrable mais substantiel, c'est-à-dire les équations de l'électromagnétisme de Maxwell, d'où sont définitivement sortis, grâce aux travaux de Herz et de ses continuateurs, d'une part l'unité de cette trinité qu'avaient été la Lumière, l'Électricité et le Magnétisme, d'autre part la Télégraphie sans fils, c'est-à-dire le fait qu'il y a des germes d'énergie partout, fait à rapprocher du fait pasteurien de la préexistence des germes de vie.

» On voit ainsi le génie de Descartes en puissance dans les plus modernes spéculations de la Philosophie naturelle. Certes, il s'est trompé souvent et souvent aussi il n'a produit que des conceptions vagues. Mais c'est quand il visait trop haut. Il ne se contentait pas, comme le feront ses successeurs plus pratiques du XVIIIe siècle, d'envisager le monde corporel. Il regardait l'univers, corps et âme, à la façon de Platon.

» Newton, en bâtissant sur la matière tangible, a fait un édifice aux

lignes splendides, bien ordonnées et bien saillantes; mais les bases en devront être élargies. Descartes, en cherchant à bâtir dans le vide des espaces, là où s'accomplit l'éternel frémissement de l'univers, a seul entrevu le fondement durable.

» Il n'y a que substance et mouvement : la chaleur est un mouvement, comme la lumière, comme l'électricité. C'est de ces idées cartésiennes que sortiront les théories fécondes de la lumière d'Huygens, de Fresnel, de Maxwell, avec toutes leurs conséquences : photographie, spectroscopie, rayons cathodiques, rayons X, rayons de Becquerel, corps radiants, etc. C'est de là que sortiront aussi le principe de la conservation de l'énergie déjà entrevu par Leibnitz et le principe de la dissipation de l'énergie qui, avec le principe de la conservation de la matière établi par Lavoisier, sont les seules propositions universelles que nous possédions sur le mécanisme de l'univers. Elles apparaissent en quelque sorte immanentes. Elles ne le sont sans doute pas; car il n'y a rien d'immanent dans la Science humaine. Toute doctrine, vraie aujourd'hui en ce qu'elle n'est infirmée par aucun fait connu, sera infirmée par quelque fait nouveau que l'avenir fera apparaître. La Mécanique newtonienne est à reviser, parce qu'elle sépare le pondérable de l'impondérable. La Chimie de Lavoisier et le principe de l'énergie font de même. Il est vraisemblable que ces divers principes se fondront en un seul dans l'énoncé duquel entreront à la fois le pondérable et l'impondérable. En Chimie, cela ramènerait à une sorte de phlogistique envisagé sous un point de vue tout nouveau.

» Mais, quoi que réserve le lointain avenir, les grandes doctrines de ce siècle resteront longtemps à la base de toute la Science et de toute l'industrie humaine. Elles ne sont pas seulement admirables par leur généralité et leur puissance, mais aussi par leur simplicité. La Science newtonienne exige toujours le haut calcul. La Science nouvelle, basée sur ces principes, peut s'en passer dans une certaine mesure, au moins quant à présent, et celui qui, le premier, a imaginé les raisonnements simples et féconds qui ont conduit à ces grandes doctrines relatives à l'énergie, est un homme mort à l'âge de trente-six ans, inconnu de son vivant, à peine célèbre en France, même aujourd'hui, bien qu'il soit reconnu partout ailleurs comme un génie de premier ordre et que, d'ailleurs, il porte un nom particulièrement cher à notre pays : c'est Sadi Carnot. Il n'est pas un raisonnement, il n'est pas une réflexion que nous fassions sur les grandes forces de la nature, dont on ne trouve l'origine dans les *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, publiées par Sadi Carnot en 1824, ou dans ses papiers posthumes, qui con-

tenaient réellement le principe de l'équivalent mécanique de la chaleur et qui malheureusement ont été publiés trop tard pour que la gloire lui en restât. Des deux grands principes modernes, il n'en est qu'un auquel son nom reste attaché, bien qu'il ait conçu les deux. Mais en plus, c'est lui qui, le premier, aura publié les méthodes simples et profondes de la Physique moderne.

» C'est cette simplicité dans les méthodes et les résultats qui ont fait que, soudain, à notre époque, la Science a pu descendre du ciel newtonien sur la terre, que, pour la première fois, elle a pu se montrer aux hommes sans apparat, leur parler le langage compréhensif de la pratique et, par là, porter ses bienfaits partout : au domicile de l'humble comme dans la demeure du riche, au village comme à la ville, à la ferme comme à l'usine, au champ de labour comme au champ de manœuvre et même au champ de bataille; qu'elle a débordé hors de ses amphithéâtres d'enseignement, hors de ses laboratoires; qu'en rendant l'industrie scientifique, elle a, à son tour, trouvé des laboratoires auxiliaires dans toutes les industries et des apôtres dans chaque atelier, chez le contremaître, chez le simple ouvrier même. C'est vraiment dans l'œuvre de Sadi Carnot qu'on trouve l'origine de tout cela. Il semble que ce soit lui qui, le premier, ait travaillé à faire une réalité de ces pensées prophétiques exprimées par Condorcet presque à la veille de sa mort tragique : « Jusqu'à cette époque » les Sciences n'avaient été que le patrimoine de quelques hommes; déjà » elles sont devenues communes et le moment approche où leurs élé» ments, leurs principes, leurs méthodes les plus simples deviendront » vraiment populaires. C'est alors que leurs applications aux Arts, que » leur influence sur la justesse générale des esprits seront d'une utilité » vraiment universelle. » Déjà ils sont venus en partie les temps annoncés par Condorcet, et c'est Sadi Carnot qui aura été son premier exécuteur testamentaire. L'Académie des Sciences s'est honorée récemment en s'associant à l'œuvre de la statue tardivement élevée à Lavoisier. Nous ne saurions oublier que Sadi Carnot attend encore la sienne. On l'a dit avec raison, il ne lui a peut-être manqué que de vivre pour être le Newton de notre siècle : il en est à coup sûr le Galilée. Du grand astronome de Pise, il avait tout à la fois la finesse et la force.

IV.

» Si les premières vérités nouvelles dont je viens de parler ont pu s'établir presque sans le secours des hautes Mathématiques, celles-ci n'en restent pas moins, suivant la parole d'Ampère, la langue universelle, celle

qui « ajoute à la puissance du raisonnement plus que le télescope n'ajoute » à la puissance de l'œil, plus que l'aiguille aimantée n'a ajouté aux pro- » grès de la navigation ».

» Elles aussi ont progressé dans notre siècle plus qu'à aucune autre époque. Entre leur puissance d'aujourd'hui et celle d'il y a cent ans, il n'y a pas moins de différence qu'entre la puissance des machines aux deux époques.

» Appuyées sur des observations de plus en plus précises, elles permettront à nos successeurs de pénétrer un peu plus profondément dans la connaissance de ce milieu mystérieux qui remplit l'univers, qui en fait un être unique et vivant, où l'œuvre des physiciens et des chimistes et l'œuvre de Pasteur nous auront seulement laissé entrevoir l'origine de toutes les forces aveugles ou conscientes dont dispose la nature. Par les merveilles que nous a données le peu que nous savons sur ces forces, on peut juger de celles qui nous restent cachées tout en étant peut-être bien près de nous et qui sont réservées à l'avenir.

» Par les quelques vérités générales qu'il a découvertes, notre siècle est celui qui aura le plus largement préparé cet avenir et il n'en pourra plus jamais être séparé.

V.

» Mais si, à ce point de vue, l'œuvre accomplie est immortelle, les ouvriers meurent. Nous nous en apercevons chaque année. Cette année encore nos deuils ont été nombreux et particulièrement cruels. Le 21 février, le bureau était privé de son vice-président Alphonse Milne-Edwards, qui succombait à une courte maladie à l'âge de soixante-cinq ans; le 3 avril, c'était notre secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques, Joseph Bertrand, qui nous était enlevé à l'âge de soixante-dix-huit ans, mais en pleine vigueur intellectuelle et sans que, peu de mois auparavant, rien ne pût faire prévoir une fin si prochaine et si douloureuse pour l'Académie. Déjà, le 11 février, nous avions perdu, dans la section de Zoologie, le vieux maître Émile Blanchard, que sa cécité et ses quatre-vingt-un ans n'avaient guère empêché de suivre nos séances; le 2 mai, c'était Grimaux, de la section de Chimie, qui mourait à l'âge de soixante-cinq ans, après bien des maux et des souffrances de toutes sortes.

» Nous avons également perdu quatre correspondants : deux français, MM. les professeurs Marion, de Marseille, mort le 23 janvier; Ollier, de Lyon, mort le 26 novembre; deux étrangers : M. le général de Tillo, mort le 11 janvier, et M. le professeur Beltrami, mort le 17 février.

» Tout le monde connaît Joseph Bertrand. Pendant soixante années qu'il a enseigné dans les lycées de Paris, à l'École Polytechnique, au Collège de France, à l'École Normale, il a contribué à former des milliers d'ingénieurs, d'officiers, de professeurs, de savants, dont beaucoup sont, à leur tour, devenus des maîtres.

» Le 27 mai 1895, ses anciens élèves se sont unis pour lui offrir une médaille gravée par Chaplain, à l'occasion du cinquantenaire de son entrée dans l'enseignement. A l'âge de treize ans il était célèbre pour sa précocité en Mathématiques; à dix-huit ans il a dû, comme Ampère, l'un de ses modèles, savoir par cœur les vingt volumes de l'*Encyclopédie;* à vingt-cinq ans il avait sa légende comme professeur; à trente-quatre ans, il entrait à l'Académie des Sciences. Dès sa jeunesse il était recherché partout où l'on cause : dans les mondes savant, littéraire, artistique. Il a été le jeune ami d'Arago; il eût été celui de d'Alembert et de Diderot, celui de Voltaire, s'il avait vécu au siècle dernier; il eût été recherché par le philosophe de Potsdam et par la grande Impératrice. Il a été effectivement distingué par l'Empereur de Russie qui l'a chargé de revoir les œuvres d'Euler.

» Son œuvre scientifique porte sur l'Analyse mathématique, la Géométrie, la haute Mécanique, la Physique mathématique. Outre de nombreux Mémoires parus dans les journaux spéciaux, il a publié les parties de ses Cours du Collège de France qui portent sur la Théorie mathématique de l'Électricité, la Théorie mécanique de la Chaleur et le Calcul des probabilités, des ouvrages d'enseignement plus élémentaires : l'Algèbre et l'Arithmétique, qui ne sont pas moins originaux que le reste, par les nombreux exercices nouveaux qu'ils renferment.

» Il a écrit l'*Histoire de l'Académie des Sciences,* l'*Histoire des Astronomes*. Ses *Éloges* académiques sont des modèles, quelques-uns des chefs-d'œuvre, notamment ceux d'Élie de Beaumont, de Lamé, de Cauchy et celui de Tisserand, le dernier qu'il ait écrit, qu'il n'a plus eu la force de lire lui-même, bien que l'œuvre soit pleine de vie, de santé et de jeunesse. C'était malheureusement le chant du cygne.

» Sa mort a mis en deuil l'Académie des Sciences, où il a siégé pendant quarante-quatre ans, dont vingt-cinq en qualité de secrétaire perpétuel; l'Académie française, où il avait remplacé J.-B. Dumas; l'École Polytechnique, où il est entré comme élève en 1839, à l'âge de dix-sept ans (le premier de sa promotion, il est à peine besoin de le dire) et à l'enseignement de laquelle il est resté attaché pendant plus de cinquante ans en qualité de

répétiteur, examinateur d'admission ou professeur; le Collège de France, où il a professé depuis l'âge de vingt-cinq ans, d'abord comme suppléant de Biot pendant quinze ans, dans la chaire de Physique mathématique, puis comme titulaire de cette chaire; l'École Normale, où il a fait ses débuts comme maître de conférences; la Société philomatique, qu'il a toujours aimée parce qu'elle lui a fait le premier honneur qui lui fût dévolu, en l'accueillant comme un de ses membres quand il n'avait que dix-neuf ans; la Société des Amis des Sciences, qu'il a présidée avec un dévouement qui n'avait d'égal que celui qu'y avaient mis ses devanciers, J.-B. Dumas et Pasteur; l'Institut Pasteur, auquel il appartenait doublement, par sa vieille amitié pour son illustre fondateur et comme Président, après Jules Simon, de son comité administratif.

» Sept discours ont été prononcés sur sa tombe aux noms de ces diverses institutions. Il semble donc que tout ce qui le concernait ait dû être dit. Mais tout ne sera jamais dit sur cet esprit ouvert à tout et ce cœur ouvert à tous. Son éloge sera prononcé à l'Académie française d'une façon digne de lui par son successeur, notre illustre Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, Berthelot. Il sera dicté par l'amitié et inspiré par le génie. Il sera certainement prononcé dans une des séances de notre propre Académie, par son successenr au Secrétariat perpétuel pour les Sciences mathématiques, M. Gaston Darboux, son élève, celui qu'il eût lui-même désigné au choix de l'Académie s'il avait pu être appelé à le faire.

» Il serait bien présomptueux de ma part de prétendre anticiper plus longtemps sur ces deux œuvres qui seront l'Histoire.

» Alphonse Milne-Edwards, qui nous a été enlevé le 23 avril, était zoologiste, anatomiste, paléontologue, agronome, géographe, voyageur intrépide, administrateur de grande initiative et, par-dessus tout, passionné pour la Science, passionné pour ce Jardin des Plantes et ce Muséum où il est né et où il est mort, après l'avoir administré depuis 1894 avec une activité sans mesure qui l'a conduit au tombeau, mais aussi avec la joie d'y laisser des collections plus complètes et mieux classées que celles qu'il avait trouvées, d'avoir mérité la confiante affection de ses collègues et, ce qui est la suprême récompense en ce monde, la satisfaction d'avoir fait un peu de bien.

» Ses principaux travaux portent d'une part sur la Paléontologie des oiseaux où il est un créateur, et d'autre part sur la Zoologie sous-marine. Tout le monde a entendu parler de ses explorations scientifiques sous-marines sur le *Travailleur* et le *Talisman*.

» Ces deux genres de recherches, et celles plus particulières qu'il a faites sur la Zoologie et l'Anatomie de mammifères imparfaitement connus et nouveaux dans la Science, ou des Vertébrés et des Crustacés, tendent vers un but philosophique commun et très haut : la connaissance de la distribution géographique actuelle et les migrations, à diverses époques, des animaux à la surface de notre globe.

» Son œuvre aura ajouté une nouvelle auréole à un nom qu'il avait reçu déjà glorieux.

» Émile Blanchard est né à Paris le 6 mars 1819. Fils d'un modeste peintre d'Histoire naturelle, il dut de bonne heure chercher à gagner sa vie. A l'âge de quatorze ans il entra comme aide de laboratoire au Muséum d'Histoire naturelle, dirigé alors par Audoin. Il consacra ses modestes appointements à venir en aide à sa famille, et, sentant le besoin de s'instruire, il consacrait ses nuits à se perfectionner dans la langue française. Il s'éleva peu à peu jusqu'à nos classiques qu'il connaissait parfaitement et qu'il n'a jamais oubliés, car il était doué d'une mémoire prodigieuse, et apprit par lui-même l'anglais et l'allemand, ce qui lui a permis de se tenir toujours au courant du mouvement scientifique de ces deux pays.

» En 1844, Henri Milne-Edwards l'attacha à sa célèbre exploration scientifique sur les côtes de la Sicile; le jeune apprenti, déjà très érudit, y déploya une grande activité et en tira lui-même d'importants travaux.

» Ses recherches personnelles portent sur l'anatomie et la physiologie des Insectes, les Mollusques, les Vers, sur l'ostéologie des Oiseaux qui a servi à l'histoire paléontologique de ces êtres et a été le point de départ des grands travaux d'Alphonse Milne-Edwards sur le même sujet. Il s'est également occupé, comme Alphonse Milne-Edwards, de la distribution des animaux à la surface de la Terre pendant les temps anciens et l'époque actuelle. C'est à cet ordre d'idées que se rattachent ses travaux sur Madagascar, sur la Nouvelle-Zélande, sur l'existence probable d'un ancien continent antarctique, enfin sur la formation du bassin méditerranéen. Il a écrit pour le grand public, et avec beaucoup de charme, deux Ouvrages sur l'*Histoire des Poissons* et les *Métamorphoses des Insectes*.

» Le plus souvent il dessinait ses planches lui-même. Ce travail, les préparations anatomiques qu'il faisait, les vapeurs dégagées par les substances dont il se servait ont peu à peu altéré sa vue et fini par l'en priver tout à fait. Cette grave infirmité a profondément attristé ses dernières années. Il laissera, avec une œuvre importante, l'exemple de ce que peut

une volonté persévérante mise au service d'une âme droite et d'une grande intelligence.

» Charles Grimaux a publié près de quatre-vingts Mémoires sur la Chimie organique, une vingtaine de Notices très étendues dans le *Dictionnaire de Chimie* de son maître et ami Wurtz, de nombreux articles de journaux, une Thèse qui a été remarquée, intitulée : *Équivalents, Atomes, Molécules*, où il discute les diverses notations chimiques; deux Ouvrages élémentaires, l'un sur la Chimie inorganique, l'autre sur la Chimie organique, quelques Notes historiques, une *Histoire de Lavoisier* d'après divers documents inédits et une Notice historique sur Gerhardt, en collaboration avec le fils de ce célèbre chimiste.

» Le but principal des travaux personnels de Grimaux a été, d'une part, de faire la synthèse de certains produits organiques naturels et la synthèse des produits s'en rapprochant et destinés à compléter ainsi les séries naturelles.

» Il a fait, en particulier, la synthèse d'un certain nombre d'uréides et de nombreux travaux sur les dérivés de la série aromatique.

» Ce qui, d'après les chimistes les plus compétents, donne un haut intérêt scientifique et philosophique à l'œuvre de Grimaux, c'est qu'il a toujours été dirigé, dans ses recherches, par des considérations théoriques; ses découvertes ne sont pas le fruit d'heureux hasards observés avec sagacité par un expérimentateur habile. Elles ont toujours été prévues par lui d'après des analogies bien conçues.

» Quelques-unes ont eu d'importantes applications industrielles, notamment ses recherches en commun avec M. Charles Lauth sur le chlorure de benzyle et ses dérivés.

» Comme beaucoup de chimistes éminents, comme Scheele, comme Balard, comme J.-B. Dumas, Grimaux a débuté par la pharmacie. Il tenait une petite officine à Sainte-Hermine, en Vendée, où il s'est marié. C'est de là qu'il s'est élevé à la renommée et aux plus hautes situations dans la Science. Il avait l'habitude d'y passer les vacances. Il y était en 1870, au moment de la déclaration de guerre. Mais quand Paris fut menacé, se rappelant qu'il était fils d'un chirurgien de la marine, il est venu dans la capitale où, pendant le siège, il a fait son devoir de citoyen aux remparts et son devoir de savant dans les conseils du gouvernement.

» C'était un ardent. Il a aimé avec passion la Science, la Patrie et la Vérité. Ce triple amour lui a valu les plus grandes joies de sa vie, mais aussi, à la fin, ses plus grandes souffrances et les plus imméritées. Elles ont

eu raison de son corps, mais non de son âme stoïcienne, ni de sa fière indépendance.

» M. Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, directeur du laboratoire de Zoologie marine, est né à Aix le 10 octobre 1846. Il a été élu Correspondant de la Section d'Anatomie et de Zoologie en 1887.

» Il fut, parmi nos professeurs de province, un de ceux qui avaient, de bonne heure, su donner une forte impulsion aux études d'Histoire naturelle et, en particulier, aux recherches zoologiques, en créant, à Marseille, une école très active et très vivante.

» Il a fait partie de toutes les expéditions conduites par notre confrère Alphonse Milne-Edwards, du *Travailleur* et du *Talisman*. Il a ainsi personnellement réuni de précieux matériaux. Malheureusement, la mort ne lui a pas laissé le temps de les faire tous connaître.

» Il a créé les *Annales du Muséum de Marseille,* recueil très utile où il publiait ses propres recherches et celles de ses élèves.

» Sa mort a été une grande perte pour la Science, pour l'Académie et pour les nombreux disciples qu'il a su former.

» Le général Alexis de Tillo, chef d'état-major du 1er corps d'armée russe, président de la Section des Mathématiques de la Société impériale russe de Géographie, est né à Kieff en 1839. Il a été élu Correspondant de notre Académie dans la Section de Géographie et de Navigation en 1892.

» Il a exécuté des opérations géodésiques et, en particulier, de nivellement très considérables en Sibérie; il a fait une Carte des altitudes de la Russie d'Europe. Il a publié de nombreux travaux, Mémoires ou Cartes, sur les crues des fleuves russes, sur le nivellement des chemins de fer russes, sur l'élévation des continents, sur la répartition des pressions barométriques en Russie. Il a dressé une Carte magnétique de son pays et a appelé l'attention sur de grandes anomalies magnétiques en déclinaison et inclinaison qui se produisent au centre de la Russie d'Europe. Cette énumération, qui ne comprend pas de nombreux Mémoires publiés dans les journaux scientifiques russes, français ou allemands, suffit à montrer la grande impulsion que ce savant officier général a contribué à donner aux études géographiques de son pays et la large contribution qu'il a fournie à la connaissance du globe terrestre.

» Eugène Beltrami, né à Crémone le 16 novembre 1835, a été élu Correspondant de l'Académie des Sciences dans la Section de Mécanique en 1889. Il eût été non moins bien à sa place dans la Section de Géomé-

trie. Il a professé la Physique mathématique à l'Université de Pavie, puis à l'Université de Rome. Ses nombreux Mémoires sur la Géométrie infinitésimale, sur la théorie des surfaces qu'il a présentée sous une forme nouvelle et systématique par une extension donnée aux paramètres différentiels de Lamé, sur les espaces à courbure constante, sur les Cartes géographiques, sur la Géométrie des formes linéaires, sur la Cinématique des fluides, sur la théorie mathématique de l'Élasticité, sur la théorie de Maxwell en Électricité, pour ne citer que les plus marquants entre beaucoup, sont très originaux, instructifs et écrits avec un soin et une élégance dignes d'être notés. C'était un modeste que les honneurs sont venus chercher plutôt qu'il ne les a recherchés. Il était de l'Académie des Lincei de Rome, de l'Académie des Sciences de Bologne, de l'Institut royal de Milan, de l'Académie royale de Turin; associé étranger de la Société royale de Gœttingue, Corresponnant de l'Académie de Berlin, de l'Académie de Liége, etc.

» Ses nombreux disciples s'occupent de publier ses Œuvres complètes. Notre Académie s'est empressée de souscrire à cette publication. C'est le meilleur monument qu'on puisse lui élever et l'honneur le plus digne de lui qu'on puisse lui faire.

« Heureux qui porte en soi un idéal et qui lui obéit. » Cette parole de Pasteur s'applique bien à notre éminent Correspondant de la Section de Médecine et de Chirurgie, le Professeur Ollier qui nous a été enlevé le 26 novembre dernier. Il a eu un idéal : celui d'éviter à ses malades, autant que possible, les opérations sanglantes et, quand elles devenaient inévitables, de les poursuivre par des méthodes nouvelles et telles que les parties sacrifiées par le couteau pussent être régénérées, que le malade retrouvât ainsi, après l'opération, la plénitude de l'usage de son corps, c'est-à-dire la santé durable. Pour obéir à cet idéal, Ollier a poursuivi, pendant un demi-siècle, dans ses laboratoires de l'Hôtel-Dieu et de l'Université de Lyon, pour les appliquer ensuite dans sa clinique et au lit des malades, ses recherches patientes et variées sur la régénération des os par le périoste et sur la reproduction de leurs extrémités, c'est-à-dire des surfaces articulaires, sans lesquelles la régénération n'aurait que des effets incomplets.

» Ses premières recherches, publiées dans un grand nombre de Mémoires, ont été résumées dans son magistral *Traité expérimental et clinique de la régénération des Os* publié dès 1867. Cet Ouvrage, auquel l'Académie a décerné le grand prix de Chirurgie, a commencé la notoriété d'Ollier.

En 1874, il fut élu Correspondant de l'Académie. Depuis, il n'a cessé de poursuivre ses travaux et d'en développer les applications. Il a indiqué aux chirurgiens des méthodes précises à suivre dans la Chirurgie conservatrice et régénératrice. Il a atteint son idéal. Il ne lui a pas seulement consacré son temps et son talent; il lui a sacrifié la réputation hâtive qu'il eût pu acquérir par des opérations chirurgicales brillantes. Les opérations de succès immédiat, mais souvent éphémère, il les dédaignait. C'est quand les années avaient passé sur ses opérés qu'il aimait à les revoir, et c'est alors seulement qu'il regardait la partie comme gagnée, et qu'il citait les cas intéressants dans ses Ouvrages et son enseignement. Il a fait partie de toutes les grandes Sociétés ou Académies médicales de l'Europe.

» On voit que ce n'est pas sans raison que j'ai placé le nom d'Ollier sous l'invocation de Pasteur. Il est digne de cet honneur. C'est, je crois, le plus bel éloge que je puisse faire de ce grand chirurgien, au génie bienfaisant et vraiment humanitaire.

VI.

» Qu'il me soit permis, à présent, de saluer les vivants après les morts. M. Painlevé, le jeune et depuis longtemps célèbre mathématicien, qui remplace M. Darboux dans la Section de Géométrie; M. Giard, le vrai maître qui a su former une École à la Sorbonne, qui remplace M. Milne-Edwards; M. Chatin, qui porte un nom doublement cher à l'Académie et qui était depuis longtemps désigné pour remplacer Blanchard; M. Haller, l'un des maîtres de la Chimie organique et qui, en outre, a su, pendant qu'il professait à l'Université de Nancy, doter notre région de l'Est d'importants laboratoires industriels et agricoles.

VII.

» Il me reste à remercier les fondateurs de nos prix dont les noms, qui seront prononcés tout à l'heure avec ceux de nos lauréats, sont, tous les ans, entendus ici avec reconnaissance.

» Enfin, j'ai la bonne fortune d'avoir à signaler trois nouvelles fondations.

» L'Académie n'a pas oublié qu'elle a accepté le patronage de la souscription internationale pour le monument de Lavoisier, érigé sur la place de la Madeleine, le 27 juillet 1900. Le Comité qui a présidé à cette souscription, par l'organe de son délégué, M. le Secrétaire perpétuel Ber-

thelot, a fait savoir à l'Académie que, pour honorer la mémoire de Lavoisier, il lui faisait un don permettant de créer une médaille analogue à la médaille Arago. Cette médaille portera le nom du fondateur de la Chimie moderne. Elle ne sera décernée que pour des services exceptionnels rendus à cette Science.

» M. Debrousse a légué à l'Institut tout entier une somme d'un million, non pour un prix, et j'insiste sur ce point, mais pour être employée de la façon que l'Institut jugera la plus utile aux Sciences, aux Lettres ou aux Arts.

» Il y a là une heureuse innovation. Nous avons, en effet, assez de prix, c'est-à-dire que nous avons les moyens de récompenser largement les travaux faits, tandis que nos moyens de subventionner des travaux à faire sont absolument insuffisants. M. Debrousse a commencé à combler cette regrettable lacune. Sa belle donation sera ainsi infiniment plus fructueuse que s'il nous avait obligés à la distribuer en prix. Il est désirable que son exemple, qui se pratique d'ailleurs largement dans d'autres pays, notamment en Amérique, soit suivi par les bienfaiteurs de la Science qui feront à notre Académie l'honneur de la charger de faire valoir leurs bienfaits.

» La dernière fondation que j'ai à signaler est un prix.

» Mme Vve Guzmann, une amie de l'Astronomie, une croyante en la pluralité des mondes habités, lègue à l'Académie une somme de cent mille francs pour être donnés en prix à celui qui, le premier, aura réussi à entrer en communication avec un astre, autre que la planète Mars. Le testament porte d'ailleurs sagement que chaque fois que le prix n'aura pas pu être décerné pendant cinq années de suite, les arrérages cumulés seront attribués à une œuvre de progrès sérieux pour l'Astronomie.

» Les intentions de la fondatrice seront scrupuleusement exécutées. Le prix sera mis au concours dès l'année 1901, et, aux mauvais plaisants qui n'y verraient que ce que le sujet peut paraître avoir de purement fantastique, nous dirions, au besoin, avec Montaigne :

« C'est une sotte présomption d'aller dédaignant et condamnant pour » faulx ce qui ne nous semble pas vraisemblable.

» Point de plus notable folie au monde que de tout ramener à la me» sure de notre capacité et de notre suffisance. »

» Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la proclamation des prix. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1900.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré, Picard, Hermite; Jordan, rapporteur.)

Le sujet du concours était le suivant :

Perfectionner en quelque point important la recherche du nombre des classes de formes quadratiques à coefficients entiers et de deux indéterminées.

Deux Mémoires ont été présentés :
Le Mémoire n° 1 portait la devise :

Une formule nouvelle.

Mais l'attention de la Commission a été particulièrement attirée par le Mémoire n° 2, portant pour devise :

Rerum natura nusquam magis quam in minimis tota.

Au début de ce travail, l'auteur reproduit avec quelques simplifications l'admirable analyse au moyen de laquelle Dirichlet, après avoir exprimé le nombre de classes cherché par la série semi-convergente

$$\sum_{1}^{\infty} \left(\frac{D}{n}\right) \frac{1}{n},$$

effectue ensuite la sommation de cette série sous forme finie, par des formules simples et élégantes.

Il ne semble guère possible d'obtenir des résultats plus satisfaisants au point de vue théorique. L'auteur n'hésite pas à le reconnaître; mais il fait observer que ces formules donnent lieu à de longs calculs dès que le déterminant devient un peu considérable, vu le grand nombre des signes de Legendre, dont la détermination devient nécessaire. Il y a donc lieu de chercher à les compléter par l'adjonction de nouvelles formules, moins parfaites à la vérité, mais mieux adaptées au calcul numérique.

Tel est le but que s'est proposé l'auteur du Mémoire et auquel il est parvenu par des voies très diverses, en faisant intervenir successivement, avec autant de science que d'habileté, les fonctions Γ, les fonctions elliptiques, les fonctions modulaires, la fonction $\mathrm{E}x$ de Legendre, etc.

Ces procédés si variés conduisent à un grand nombre de formules de l'espèce désirée. Elles ont ce caractère commun d'exprimer le nombre de classes cherché par des séries convergentes, dont chaque terme est le produit d'un symbole de Legendre par un coefficient qui est tantôt une intégrale définie, tantôt une combinaison de fonctions élémentaires. Ces expressions contiennent d'ailleurs, pour la plupart, un paramètre arbitraire dont on peut disposer à volonté pour varier la formule.

Les termes de ces séries décroissent sensiblement en progression géométrique. Comme elles représentent un nombre entier, il suffira pour le déterminer de calculer un nombre de termes assez limité. Ce nombre pourra même être réduit si l'on connaît d'avance le reste que doit donner le nombre des classes par rapport à un module donné.

Ces considérations ont conduit l'auteur à déterminer le reste de ce nombre suivant le module 8 lorsque le discriminant est négatif et égal au produit de trois facteurs premiers différents (le reste suivant le module 4 lorsqu'il n'y a que deux facteurs, avait déjà été déterminé par M. Hurwitz).

Il a donné également une formule élégante pour calculer le nombre des classes lorsque le discriminant est négatif et décomposable en un produit de deux facteurs premiers entre eux. Quelques exemples numériques en font ressortir l'utilité.

Nous signalerons enfin une expression curieuse donnant le carré du nombre des classes.

La Commission conclut que le Mémoire n° 2 est très digne de recevoir le prix proposé par l'Académie.

M. le Président ouvre en séance le pli cacheté annexé au Mémoire n° 2 qui porte la devise :

Rerum natura nusquam magis quam in minimis tota.

L'auteur du Mémoire couronné est M. **Mathias Lerch**, Professeur à l'Université de Fribourg, en Suisse.

PRIX BORDIN (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

(Commissaires : MM. Poincaré, Picard, Appel, Jordan ;
Darboux, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours, pour le prix Bordin à décerner en 1900, la question suivante :

Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

Aucun Mémoire n'ayant été envoyé, le prix n'est pas décerné.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Poincaré, Picard, Jordan, Appell ;
Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Edmond Maillet.**

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Poincaré, Sarrau, Picard, Jordan ;
Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Léon Lecornu** pour l'ensemble de ses travaux.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. Guyou, Bouquet de la Grye, de Bussy,
de Jonquières, Sarrau.)

M. l'Ingénieur **Laubeuf**, par ses études, a fait faire un grand pas à la navigation sous-marine.

La Commission décerne à M. Laubeuf un prix à prendre sur la somme de 6000^{fr} constituant le prix extraordinaire de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. le Capitaine Charbonnier, par M. **Sarrau.**

Les méthodes de la Balistique extérieure expérimentale, dont le Traité d'Hélie et Hugoniot offre le développement le plus complet, n'ont pu suivre les progrès incessants de l'Artillerie navale; elles ont dû être abandonnées dans le calcul des tables de tir des canons de bord. D'autre part, les méthodes théoriques supposent, en général, la résistance de l'air proportionnelle à une puissance de la vitesse, ou bien admettent, si elles sont affranchies de cette restriction, quelque hypothèse simplificatrice dont la justification n'est pas rigoureusement établie. En cet état de choses, le calcul des trajectoires des canons de la Marine se fait en décomposant ces trajectoires en plusieurs arcs peu étendus et en intégrant par approximation les éléments de ces arcs. Ce procédé est long et pénible, et il y avait avantage à lui substituer une solution théorique d'une application plus facile et d'une approximation suffisante.

Tel est le but que s'est proposé M. le Capitaine **Charbonnier** dans le « Traité de Balistique intérieure théorique » inséré au *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*. Cet Ouvrage est divisé en quatre Parties.

Les deux premières sont consacrées à l'étude, sur les équations différentielles elles-mêmes, des propriétés communes à toutes les trajectoires et à l'exposé de la solution donnée par Euler du problème balistique dans le cas où la résistance est proportionnelle à une puissance de la vitesse. La plupart des propriétés des trajectoires avaient déjà été énoncées par Saint-Robert, mais l'auteur a apporté à cette étude un complément important en déterminant ces propriétés pour une forme quelconque de la loi de résistance de l'air. Il a notamment montré que, si l'on tient compte de la variation de la densité de l'air avec l'altitude, la vitesse peut, dans certains cas, passer successivement par un minimum et un maximum dans la branche descendante de la courbe.

La troisième Partie, intitulée « Théories balistiques », constitue la partie la plus originale de l'Ouvrage. L'intégration complète des équations n'étant pas possible dans le cas général, l'auteur emploie des séries dont la convergence rapide, sous des formes différentes, est assurée dans trois cas particuliers qui, en fait, sont ceux que la pratique amène à considérer le plus ordinairement. Ces trois cas se rapportent : 1° au tir courbe à faible vitesse se présentant, par exemple, pour les mortiers lançant de très gros

projectiles à faibles charges; 2° au tir tendu à grande vitesse; 3° au tir de plein fouet.

Ce dernier cas est le plus intéressant; il comprend, en effet, toutes les trajectoires usuelles des canons de la Marine, même dans le polygone d'expériences; il suppose que l'angle de projection n'est pas très grand. C'est à cette hypothèse que se rapporte la solution si élégante et si pratique du Colonel Siacci, avec laquelle la solution proposée n'est pas sans analogie; mais c'est dans les développements analytiques que les deux solutions présentent des différences essentielles. A l'artifice ingénieux, mais non rigoureusement justifié, sur lequel M. Siacci a basé le calcul des premiers termes des séries, M. Charbonnier substitue le développement rigoureux d'une approximation consistant à remplacer le cosinus de l'angle τ d'inclinaison par $1 - \frac{\tau^2}{2}$, négligeant ainsi $\frac{\tau^4}{24}$.

L'auteur trouve ainsi, comme premiers termes, des expressions dépendant des quatre fonctions balistiques de Siacci, et le calcul rigoureux des seconds termes introduit de nouvelles fonctions déduites, comme les premières, de la loi expérimentale de la résistance de l'air et dont on peut calculer les Tables.

L'auteur a calculé, avec les données expérimentales de Gavre, de nouvelles Tables des quatre fonctions balistiques principales; mais, appelé en Chine par son service, il a dû différer le calcul des autres Tables nécessaires.

Enfin, dans la quatrième Partie, après avoir donné la manière de déterminer les éléments à l'origine et de tenir compte des effets du vent, l'auteur indique quels doivent être les rôles respectifs de la théorie et de l'expérience dans l'établissement des Tables de tir, de manière à restreindre au minimum le nombre des coups de canon nécessaires.

Ce travail est, dans son ensemble, d'une haute importance; il apporte, notamment, un perfectionnement considérable à une méthode qui, par les avantages qu'elle présente en son état actuel, a obtenu l'approbation générale; l'auteur y fait preuve de connaissances mathématiques solides et étendues, ainsi que d'habileté dans les applications numériques. La Commission, appréciant le talent de l'auteur et l'utilité de son œuvre, propose de lui décerner un prix sur les fonds alloués par le Département de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. Aubusson de Cavarlay, par M. **Sarrau.**

M. **Aubusson de Cavarlay**, Ingénieur de la Marine, vient de publier en deux Volumes le Cours d'Électricité professé par lui à l'École d'Application du Génie maritime; cet Ouvrage répond entièrement aux exigences d'un enseignement professionnel qui, par la multiplicité des applications de l'Électricité à la Marine, est devenu fort étendu.

Ainsi que le rappelle l'auteur dans la Préface de son Livre, la Marine ne connaissait naguère de l'électricité que l'emploi du courant des piles à la mise en feu des torpilles. L'invention des dynamos l'a dotée d'une source puissante de lumière qu'elle a immédiatement utilisée pour protéger, contre les attaques de nuit des torpilleurs, ses bâtiments et les postes de la défense fixe à terre. La lumière électrique éclaire toutes les parties des navires et son emploi, sous verre étanche, offre de nouvelles garanties de sécurité dans l'éclairage des soutes. L'électricité transporte l'énergie mécanique et fait ainsi mouvoir des ventilateurs, des servo-moteurs de gouvernail, des cabestans, des monte-charges; elle remplace avantageusement l'eau comprimée dans la manœuvre des tourelles et de la grosse artillerie; elle actionne le propulseur d'embarcations et de sous-marins dont elle a rendu possible la création; elle est enfin devenue l'auxiliaire des constructeurs de navires en fournissant la lumière et l'énergie mécanique aux ateliers et aux chantiers des arsenaux.

Le but de l'auteur a été « non seulement de décrire le matériel électrique en usage dans la Marine et d'examiner les conditions les meilleures de la construction à bord et à terre des divers appareils qu'il comprend, mais encore d'en étudier la théorie ». Ce but a été pleinement atteint; on trouve, dans cet Ouvrage, les détails les plus complets sur les méthodes et instruments de mesure, les dynamos, les piles et accumulateurs, les lampes et projecteurs, les transmetteurs d'ordres et la télégraphie sans fil; on y trouve aussi un exposé théorique préliminaire des lois de l'électricité fort remarquable par la concision et la simplicité des ressources mathématiques mises en œuvre. La Commission estime que ce travail apporte une importante contribution à la Science navale et propose de décerner à l'auteur un prix sur les fonds alloués par le Département de la Marine.

Rapport sur l'Ouvrage de M. Grasset, Lieutenant de vaisseau, *intitulé : « La défense des côtes »*, par M. de Jonquières.

L'attaque et la défense des côtes maritimes joueront certainement un rôle important dans les guerres futures, et cependant aucune étude complète des opérations dont les côtes des belligérants deviendront le théâtre n'avait encore été faite : il manquait un Ouvrage sur ce grave sujet. M. Grasset, Lieutenant de vaisseau, a tenté de combler cette lacune.

Le Livre qu'il publie, et qui occupe près de 700 pages in-8, se divise en trois Parties :

Dans la deuxième, il passe en revue les divers éléments mis en jeu dans l'attaque et la défense des côtes (défenses fixes et mobiles, terrestres et maritimes; surveillance du large et éclairage des passes, etc.), et il discute la valeur de chacun d'eux en particulier.

Dans la troisième, il étudie les agressions que rendent praticables les moyens qui viennent d'être énumérés, et les dispositions à prendre pour en empêcher la réussite, concluant enfin par l'organisation rationnelle d'un système de défense des côtes.

» Ces deux parties, purement didactiques, font suite à la première, entièrement historique, qui contient un résumé des opérations tentées contre les côtes depuis l'apparition des grands navires à vapeur et des cuirassés, et où le lecteur trouvera, sans longues recherches, une vérification des conclusions énoncées dans la troisième Partie.

Un tel Ouvrage ne saurait, on le conçoit, comporter une brève analyse, car les faits dont il s'occupe ont chacun un caractère propre, et les conclusions techniques qui en découlent, dans chaque cas, ne peuvent se condenser en un petit nombre de préceptes.

Ce qu'on en doit dire en peu de mots, c'est que M. Grasset, pour composer son Livre, s'est livré d'abord à un travail considérable et parfois difficile de recherches historiques, techniques et militaires, et ensuite à des méditations approfondies sur les conséquences qu'il y avait à tirer de cette masse de documents. Sans prétendre qu'il n'y ait plus rien à dire après lui sur un si vaste sujet, on peut affirmer que l'Ouvrage de M. Grasset, substantiel, clair, méthodique, bien écrit, a une haute valeur, et qu'il sera très profitable non seulement aux jeunes officiers pour leur instruction, mais encore à ceux qui ont la charge du commandement, en leur fournissant à tous une matière abondante d'utiles réflexions.

Les hommes d'État eux-mêmes et les représentants de notre pays y puiseront, sur beaucoup de questions très importantes, des notions précises et des enseignements précieux pour la préparation opportune des moyens offensifs et défensifs dont ils ont, les premiers, la responsabilité. En pareille matière, rien ne s'improvise; l'essentiel est d'avoir prévu et exécuté à temps, en n'oubliant pas que, si la France est contrainte d'avoir un œil toujours fixé sur ses frontières terrestres, il n'importe pas moins à sa grandeur, et même à sa sécurité, qu'elle veille attentivement sur ses frontières maritimes de l'Ouest et du Midi et ne s'y laisse pas prendre au dépourvu.

En résumé, le Livre que nous avions à examiner satisfait efficacement, dans le domaine de la théorie et de la spéculation, aux conditions imposées pour l'obtention de tout ou partie du prix extraordinaire de la Marine, et la Commission décerne à M. le Lieutenant de vaisseau **Albert Grasset**, son auteur, un prix à prélever sur la somme qui constitue le prix total.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Léauté, Sarrau, Marcel Deprez, Sebert; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission du prix de Mécanique de la fondation Montyon décerne le prix à M. le Colonel du Génie **Lerosey** pour les nombreux travaux qu'il a exécutés concernant l'arme à laquelle il appartient et plus particulièrement pour :

1° Une étude des efforts subis par les pièces composant le tablier des ponts d'équipages militaires, étude qui l'a conduit à des résultats très utiles pour le renforcement de ces ouvrages;

2° Une Note publiée dans la *Revue du Génie militaire* de septembre 1893 sur un matériel de piles démontables pour la réparation des chemins de fer; ce matériel a été expérimenté avec succès au polygone de Versailles.

3° Une Note sur une solution graphique du problème des charges roulantes au moyen de calques. Ce procédé très rapide et pratique a été introduit dans l'enseignement de l'École de Fontainebleau et appliqué à diverses reprises et tout récemment encore par des officiers du régiment des chemins de fer à propos de recherches sur les ponts démontables.

Nous ajouterons que M. le Colonel **Lerosey** a, à son actif, d'autres tra-

vaux qui intéressent la défense nationale et pourront, un jour, devenir fort utiles au pays.

C'est pour ces motifs que la Commission, à l'unanimité, lui décerne le prix qui fait l'objet du présent Rapport.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. de Bussy, Sarrau, Maurice Levy, Léauté; Guyou, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de M. Moissenet.

Les cordages en fil d'acier, dont l'emploi dans notre marine comme aussières de halage et comme remorques remonte à quinze ou vingt ans, offrent sur les câbles en chanvre l'avantage d'être moins pesants et surtout moins encombrants à égalité de résistance; mais, par contre, leur maniement est, à certains égards, beaucoup moins aisé.

A part l'enroulement sur des bittes, encore possible grâce à la souplesse qu'on est parvenu à donner au filin d'acier, aucun des moyens employés pour la manœuvre des câbles en chanvre n'est applicable aux câbles métalliques.

Lorsqu'il s'agit, par exemple, de saisir un câble en un point de sa partie tendue, soit pour le fixer au navire, soit pour y appliquer le croc d'une caliorne, on ne peut plus faire usage de ces cordes en filin souple qui, fouettées sur une petite longueur, adhèrent si énergiquement aux câbles de chanvre. Le câble métallique, tant à cause de la rigidité des brins qui le constituent que de la petitesse de son diamètre, glisse dans ces liens.

M. Moissenet, Ingénieur en chef du Génie maritime, a imaginé deux appareils, aussi simples qu'ingénieux, pour suppléer à ce genre de saisines. La *griffe Moissenet* est un appareil mobile qui permet de fixer momentanément, en un point quelconque d'un câble métallique tendu, une boucle d'acier par laquelle on peut exercer une traction sur lui à l'aide d'une caliorne. Le *stoppeur* est, au contraire, un appareil fixe, placé à bord entre l'écubier de sortie du câble et les bittes de remorque et qui permet de fixer énergiquement le câble au navire, soit d'une manière permanente pendant le remorquage, soit momentanément pendant l'intervalle nécessaire pour le tourner sur les bittes.

Ces deux appareils pincent le câble entre deux pièces d'acier portant

une rainure d'un diamètre convenable. Ces deux pièces sont taillées extérieurement en forme de coins; elles glissent dans une boîte en acier qui porte la boucle d'attache dans la *griffe* et qui, dans le *stoppeur*, est fixée au bâtiment. Le câble tendu entraîne, par son adhérence, les coins d'acier dans la boîte, et se trouve pressé entre eux d'autant plus énergiquement que la tension du câble est plus grande; le serrage automatique ainsi obtenu est donc proportionnel à la tension et l'appareil n'impose au câble que la fatigue strictement nécessaire dans chaque circonstance.

Dans chacun des deux appareils, le desserrage s'obtient très simplement et presque sans effort.

Les appareils Moissenet, essayés dans nos deux escadres, ont donné les résultats les plus satisfaisants; leur introduction à bord des navires a écarté la seule difficulté sérieuse que présentait encore le maniement des câbles métalliques et facilité les manœuvres de remorquage. M. **Moissenet** a donc rendu à la navigation et, en particulier, à la navigation à vapeur un service important. La Commission a appris avec regret la mort récente de cet ingénieur distingué; elle propose de faire remettre à Mme veuve Moissenet le montant du prix Plumey, comme témoignage de la haute estime de l'Académie pour les travaux de son mari.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Callandreau, Faye, Janssen, Wolf; Lœwy, rapporteur.)

Les comètes offrent de jour en jour un intérêt croissant, aussi bien au point de vue de leur constitution physique qu'à celui des particularités que présente leur mouvement autour du Soleil.

La recherche de ces astres est difficile, car ils nous viennent de toutes les régions de l'espace, et l'astronome est obligé d'explorer le ciel visible dans toute son étendue. Il sait d'avance qu'il faudra veiller de nombreuses

nuits, pendant bien des années, avant de voir le succès couronner ses efforts.

Il convient, dans l'intérêt scientifique, de récompenser des labeurs si ardus et si méritants.

Dans cet ordre de travaux, la Commission a distingué M. **Giacobini**, de l'observatoire de Nice. Cet astronome a, il y a deux ans, retrouvé une ancienne comète et il vient, au mois de janvier dernier, d'en découvrir une nouvelle qui est devenue depuis lors l'objet de nombreuses observations.

La Commission propose de décerner le prix Lalande à M. **Giacobini**.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Callandreau, Faye, Radau, Wolf;
Lœwy, rapporteur.)

Les connaissances nouvelles que nous avons acquises sur l'origine des étoiles filantes et sur leur parenté avec les comètes peuvent être considérées comme une des plus belles conquêtes de la Science moderne; et l'étude de ces deux phénomènes a fait surgir de nombreux problèmes d'une très grande importance aussi bien au point de vue de la théorie générale du mouvement des corps célestes qu'au point de vue de la Cosmogonie.

Les comètes et les étoiles filantes font-elles partie de notre monde planétaire ou nous viennent-elles des espaces intra-stellaires ? Dans ce cas, n'apportent-elles pas à notre système solaire de nouveaux éléments d'énergie et de vitalité ?

Les anomalies mises en évidence dans le mouvement de certaines comètes proviennent-elles de ce que les lois de la gravitation universelle, admises jusqu'à présent, ne seraient pas absolument rigoureuses, ou s'expliquent-elles par ce fait que les mouvements de ces corps célestes, d'une masse si ténue, se trouveraient légèrement influencés par l'existence d'un milieu résistant ? Ou encore la rencontre sporadique de ces astres avec des essaims de météores si nombreux dans l'espace serait-elle la cause des irrégularités constatées dans leur marche, ainsi qu'il semble résulter des plus récentes recherches de M. Backlund sur la comète Encke ?

Pour nous apporter de nouvelles lumières sur ces dernières questions, la comète de Biéla est une de celles dont l'étude offrait le plus haut intérêt. Les chutes abondantes d'étoiles filantes observées pendant un siècle vers

le commencement de décembre et à la fin de novembre sont provoquées par la désagrégation de cet astre qui accomplit sa révolution autour du Soleil dans une période de sept ans environ.

C'est cette comète célèbre qui, vers l'année 1845, s'est divisée en deux fragments qui ont été revus en 1852. Mais, depuis lors, malgré des circonstances quelquefois favorables et les recherches les plus assidues, à l'aide d'instruments puissants, aucun de ces deux débris cométaires n'a pu être aperçu. Cependant, à l'époque calculée pour deux retours successifs de l'astre en 1872 et 1885, on a constaté deux grandes pluies d'étoiles filantes dues à leur existence.

M. **J. von Hepperger**, Professeur d'Astronomie à l'Université de Graz, s'est proposé d'établir la théorie du mouvement de ce corps céleste si intéressant, en se basant sur l'ensemble des observations connues de 1805 et 1852 : vaste travail que personne n'avait osé affronter à cause des difficultés théoriques et du labeur immense qu'il nécessite.

En effet, pour aboutir à des conclusions certaines, il était indispensable de tenir compte de l'attraction exercée sur l'astre par toutes les grosses planètes pendant près d'un demi-siècle; il fallait déterminer aussi nettement que possible la date de la séparation en deux tronçons et examiner si l'attraction mutuelle de ces deux fragments n'était pas de nature à provoquer des perturbations sensibles dans leur mouvement autour du Soleil; il était nécessaire, enfin, de décider quels étaient les deux débris qui se correspondaient en 1845 et 1852.

Tous ces problèmes ont été résolus avec un grand succès par M. J. von Hepperger, mais au prix d'énormes efforts intellectuels et d'une activité ininterrompue pendant une longue série d'années. En calculant les perturbations exercées par Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne et Uranus, il est parvenu à relier dans une seule théorie l'ensemble des observations effectuées de 1805 à 1852. Mais, pour établir cet accord, il a été obligé d'admettre une accélération du mouvement moyen diurne de l'astre d'environ 0″,0564.

Cet astronome est ainsi parvenu à fixer au 14 septembre 1844 la date de la séparation en deux fragments et il a en outre montré que celui des deux débris de la comète, qui suivait l'autre en 1845, le précédait au contraire en 1852.

Par ces belles et savantes recherches, M. **J. von Hepperger** a répondu de la manière la plus heureuse à la question mise au concours en 1898; la Commission, à l'unanimité, vous propose de lui décerner le prix Damoiseau.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen, Wolf, Callandreau ;
Lœwy, rapporteur.)

M. l'abbé **Verschaffel**, Directeur de l'observatoire d'Abbadia, a accompli, dans les deux années qui viennent de s'écouler, une étude méridienne de grande valeur. Grâce à des efforts exceptionnels, il est parvenu, dans ce court laps de temps, à obtenir, environ 6000 observations complètes d'étoiles du Catalogue photographique de la zone du Ciel dont l'exploration a été dévolue à l'Observatoire de Paris. A l'aide d'une réduction rigoureuse, c'est-à-dire en tenant compte de tous les effets physiques et instrumentaux qui peuvent influer sur l'exactitude du résultat, il en a déduit les coordonnées équatoriales de ces astres pour l'équinoxe moyen de 1900,0. Cette recherche permettra de rattacher à une base homogène et précise les positions des nombreux astres photographiés dans cette région de l'espace.

Cet astronome est en outre l'inventeur d'un appareil chronographique ingénieux et très utile qui imprime, avec toutes les subdivisions, les époques observées d'un phénomène céleste quelconque, appareil qui certainement sera employé avec avantage dans de nombreuses recherches et notamment dans l'exécution des travaux méridiens.

Pour récompenser ces labeurs si méritants, la Commission vous propose de décerner le prix Valz à M. l'abbé **Verschaffel**.

PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. Lœwy, Wolf, Callandreau, Radau ;
Janssen, rapporteur.)

Votre Commission vous propose de donner le prix Janssen pour l'année 1900 à M. **Barnard**, astronome à l'observatoire de Lick en Californie, pour sa brillante découverte du cinquième satellite de Jupiter.

Nous n'avons aucune considération à ajouter pour justifier cette attribution. Elle sera approuvée par tous les astronomes et le nom de M. Barnard figurera avec honneur dans la glorieuse phalange des créateurs de l'Astronomie physique qui ont obtenu et honoré ce prix.

Disons maintenant que cette découverte si intéressante et si peu attendue nous montre combien il importe aujourd'hui aux progrès de la Science de construire de grands instruments et de les mettre en bonnes mains. En effet, si le cinquième satellite avait échappé jusqu'ici à la vue et aux recherches des observateurs si éminents et si nombreux qui depuis Galilée ont étudié le monde de Jupiter, c'est en raison de son extrême petitesse. Aujourd'hui encore ce petit astre ne peut être aperçu que dans les plus grands réfracteurs et avec les conditions atmosphériques les plus favorables.

Les belles découvertes du compagnon de Sirius et des deux satellites de Mars également réalisées à l'aide de la grande lunette de 66^{cm} d'ouverture de l'observatoire de Washington viennent également à l'appui de cette remarque.

Et puisque nous avons en France la bonne fortune d'avoir un constructeur qui a inventé des procédés sûrs pour le travail mécanique des grands miroirs et des grands objectifs, il est bien désirable que ces moyens tout nouveaux soient utilisés au profit de l'Astronomie française.

De grands progrès et des découvertes que nous pressentons n'attendent pour leur réalisation que l'emploi de ces puissants et nouveaux moyens d'investigation.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (STATISTIQUE).

(Commissaires : MM. Brouardel, de Jonquières, Rouché, Laussedat, de Freycinet; Haton de la Goupillière, rapporteur.)

Cinq auteurs ont adressé cette année des Travaux pour le prix Montyon de Statistique. L'un de ces Ouvrages a dû être écarté, comme ne rentrant pas dans les conditions du concours.

Le prix a été décerné par votre Commission à M. du Maroussem. Cet auteur a présenté huit Volumes dont les titres se trouvent énoncés dans le Rapport spécial ci-après.

Trois mentions honorables sont accordées aux auteurs dont les noms suivent :

Note sur le Bois de Boulogne, par M. **Barras**; *De la folie dans le département du Tarn,* par M. **Pailhas**; *De l'entraînement et de ses effets chez le fantassin,* par un anonyme qui a accompagné son Manuscrit de la devise : *Primo non nocere.*

Les rapports suivants présentent avec détail les motifs de ces distinctions :

Rapport de M. **Haton de la Goupillière** *sur les travaux de* M. du Maroussem.

M. Pierre du Marroussem a présenté à l'Académie, pour le concours du prix Montyon de Statistique, un ensemble considérable de travaux comprenant :

1° Quatre Volumes qui portent pour titre : *La question ouvrière,* et sont consacrés respectivement aux charpentiers de Paris, aux ébénistes du faubourg Saint-Antoine, au jouet parisien, aux halles centrales de Paris (¹);

2° Deux Volumes intitulés : *La petite industrie,* publiés par l'Office du travail du Ministère du Commerce et consacrés, le premier à l'alimentation de Paris, et le second au vêtement à Paris;

3° Un Volume également publié par l'Office du travail et portant pour titre : *Les associations ouvrières de production* (²);

Enfin, 4° un Volume intitulé : *Les enquêtes, pratique et théorie.*

Ces travaux se rattachent au type inauguré par Le Play sous la forme de monographie, qui eu un si grand succès et a pris un tel développement. Après avoir commencé par une aride mais solide monographie de chiffres dans un cadre constant, pour rester exactement comparable, Le Play était arrivé de lui-même à la monographie de la vie intellectuelle et morale de la famille. M. Cheysson s'est étendu depuis lors à la monographie d'ateliers. Les œuvres énoncées ci-dessus embrassent la monographie de toute une corporation.

Pour celle des charpentiers, par exemple, le choix de l'auteur a été particulièrement heureux. Ces ouvriers ont conservé en effet de fortes tra-

(¹) Le quatrième Volume est en collaboration avec M. Camille Guérie.

(²) En collaboration avec plusieurs auteurs, et particulièrement M. Arthur Fontaine, directeur de l'Office du travail.

ditions du passé de leur corporation. M. du Maroussem se trouve en outre en état de faire la comparaison de la monographie de famille d'un charpentier dressée en 1856 avec celle qu'il a rédigée lui-même en 1889, accusant par là une différence profonde de l'état moral des deux époques.

La question des ébénistes a été traitée de même avec une remarquable exactitude. Ce travail renferme les plus intéressantes révélations. Ces *monographies de métiers* résultent pour M. du Maroussem d'une méthode constante. Une enquête bibliographique lui sert d'introduction. Une enquête personnelle et générale sur l'ensemble du métier, à la fois statistique et topographique, établit des zones de l'industrie. Une enquête monographique lui succède. Dans chacune des zones, l'enquêteur choisit à cet effet des ateliers types et des familles types d'ouvriers.

Sans nous étendre davantage sur un sujet qui pourrait conduire à de longs développements, il n'est pas possible de méconnaître dans l'œuvre soumise par M. du Maroussem à l'appréciation de l'Académie un mérite personnel important, une somme considérable de travail et un véritable service rendu. Pour ces motifs, votre Commission décerne à M. **du Maroussem** le prix Montyon de Statistique de 1900.

Note sur le Bois de Boulogne; par M. Barras.
Rapport de M. **de Jonquières**.

La *Note* de M. Barras, chef du bureau du domaine de la Ville, sur le Bois de Boulogne se divise en deux parties auxquelles font suite douze annexes et huit plans.

La première Partie, purement historique, décrit l'origine et la formation du Bois, connu pendant longtemps sous le nom de *forêt de Rouvray,* dont Chilpéric II avait fait don, en 717, à l'abbaye de Saint-Denis. La superficie de cette donation avait été successivement réduite par des prélèvements opérés, tant sous l'ancienne monarchie que depuis la Révolution. Les plus importants de ces démembrements furent :

1° Le domaine de Longchamp, octroyé par saint Louis à sa sœur Isabelle en 1256 pour le monastère de ce nom.

2° Le château de Madrid, avec ses dépendances, commencé par François Ier en 1528, achevé par Henri II, et habité après lui par Charles IX, Henri III, la reine Marguerite, première femme d'Henri IV, et accidentellement par Louis XIII; converti, sous Louis XIV, en une manufacture de bas de soie, et finalement démoli en 1792.

3° Le pavillon de Bagatelle, construit en 1711, concédé par Louis XV

à des particuliers, tombé dans le domaine national sous la Révolution, en exécution de la loi sur les biens des émigrés, racheté au nom de l'État en 1806, attribué sous la Restauration au comte d'Artois, qui le donna au duc de Berry; enfin, remis dans le commerce en 1832, en même temps que le domaine de la *Muette*.

4° La propriété connue sous les noms de *Petit-Madrid*, *Madrid-Conti* et *Madrid-Maurepas*, attribuée en 1733 à Mlle de Charolais, de qui elle passa au prince de Conti, puis à divers, et en dernier lieu au marquis d'Hertford et à Mme Cavé.

5° La *Muette*, qui n'était à l'origine qu'une maison élevée pour y garder les mues des cerfs et y mettre les faucons lorsqu'ils étaient en mue, reçut, au commencement du XVIIIe siècle, de nombreux embellissements et devint le séjour ordinaire de la duchesse de Berry, fille du régent. A la mort de cette princesse, la Muette fit retour au domaine et Louis XV en rebâtit le château, en y ajoutant plusieurs dépendances. Enfin, Louis XVI comprit cette propriété parmi les maisons et châteaux dont il décida la vente, pour raison d'économie, par l'ordonnance du 9 août 1787, en même temps que celle du château de Madrid. L'aliénation, retardée par divers motifs, ne se fit qu'en 1792; elle fut partagée en vingt lots, qui furent adjugés à divers particuliers.

Le Bois de Boulogne, ainsi diminué à diverses époques, n'était entretenu par l'État qu'avec peu de soin et de goût. On critiquait la rectitude géométrique de ses longues avenues, qui ôtait toute illusion au visiteur sur les limites de la promenade qu'il y faisait; on se plaignait de son aridité, de la poussière qu'on y rencontrait, et du manque presque absolu d'eau. La transformation du Bois était donc vivement réclamée, et les pouvoirs publics, de concert avec les représentants de la Ville, commencèrent à s'en occuper sérieusement en 1852, sous l'impulsion de l'empereur Napoléon III et l'habile initiative de M. Haussmann. M. Barras raconte longuement, dans le Chapitre III de cette première Partie, toutes les phases législatives, gouvernementales, administratives et financières, de cette grande entreprise, menée à si bonne fin, et dont l'ouverture de l'avenue de l'Impératrice vint compléter la magnifique réalisation, en prolongeant l'avenue des Champs-Élysées jusqu'à l'entrée du Bois à la porte Dauphine.

Ces embellissements ne satisfaisaient point encore M. Haussmann; en particulier, le mur qui longeait l'ancien Bois dans le sens de la longueur, du côté de la plaine de Longchamp, « lui était odieux (a-t-il écrit dans ses *Mémoires*), et le suffoquait ». L'acquisition de la plaine de Longchamp et celle du champ d'entraînement donnèrent satisfaction à ces vœux, pendant

les années 1854, 1855 et 1856, soit par des contrats de gré à gré avec les possesseurs, soit en recourant aux formalités de l'expropriation pour l'acquisition de parcelles permettant de donner aux abords un caractère en rapport avec la beauté de la promenade.

« L'extension du Bois de Boulogne jusqu'à la Seine eut lieu, affirme M. Haussmann dans le Chapitre de ses *Mémoires* consacré au Bois de Boulogne, sans imposer, au bout du compte, aucun sacrifice à la Ville. Je puis ajouter, dit-il, que l'État n'est pas seulement rentré dans le montant de sa subvention, mais qu'il a même reçu une large compensation de sa donation primitive par suite de la plus-value des propriétés avoisinant le Bois agrandi.... »

C'est par cette citation que l'auteur termine la première Partie, qui forme à elle seule les deux tiers de la *Note*.

La deuxième Partie a pour objet « d'exposer comment l'État d'abord, puis la Ville de Paris ont assuré la gestion du Bois, et quels revenus ces deux administrations en ont su tirer respectivement ».

On y voit d'abord, dans le Chapitre I, sans préjudice de nouveaux détails historiques, que le produit net du Bois, frais déduits, était, sous l'administration de l'État, de 18 020^{fr}, au moment où la Ville de Paris en prit charge.

Le Chapitre II présente le tableau des améliorations et restaurations faites sous cette nouvelle administration, les chiffres des dépenses effectuées, les valeurs respectives actuelles des diverses parties, ainsi que les revenus annuels, provenant des coupes de bois, concessions, locations et tolérances. On y voit que le premier budget normal établi, après la guerre, pour 1872, prévoyait déjà une recette de 120 000^{fr} environ. Ce chiffre ne tarda pas à être dépassé; il atteignait 227 000^{fr} en 1885. Pendant la dernière période de 1886 à 1899, les recettes ont suivi une marche beaucoup plus rapide et se sont élevées à 615 000^{fr}. Enfin, le budget établi pour 1900 prévoit 700 000^{fr} de recettes, et l'auteur en donne le détail complet.

C'est dans ce Chapitre II, et sous cette forme, que se présentent de nombreuses informations numériques qui, d'une part, mettent en relief la capacité du chef de bureau du domaine, à raison des vues économiques qu'elles traduisent, et, d'autre part, permettant à la *Statistique* de se manifester dans sa forme propre, expliquent comment cette très intéressante monographie a pu rentrer dans la compétence de notre Commission de Statistique.

Quant aux annexes, ce sont des Lettres patentes, des arrêts de Conseils

royaux, des procès-verbaux d'arpentage, des actes de vente, des lois et des décrets.

Ce qui, pour les amateurs du Bois, ajoute à l'intérêt de l'Ouvrage, ce sont les plans qui y sont joints, et qui en font mieux comprendre les parties historiques et descriptives.

Cet ensemble a paru à votre Commission digne d'une mention honorable.

De la folie dans le département du Tarn; par le Dr Pailhas, Médecin en chef de l'Asile d'aliénés d'Albi. Rapport de M. **Brouardel.**

M. le Dr **Pailhas** a fait une étude historique très intéressante sur les différents régimes auxquels ont été soumis les aliénés du Tarn, dans la période antérieure à toute organisation, dans celle qui a suivi les réformes de Pinel, enfin dans celle qui a succédé à la loi de 1838. On peut résumer dans une formule assez brève cette étude historiqne. Rien ne peut actuellement faire soupçonner les horreurs du régime que subissaient les aliénés avant Pinel et même avant la loi de 1838.

Mais, dans cette étude, ce qui a particulièrement appelé l'attention de votre Commission de Statistique est ce qui est relatif à la répartition des aliénés dans le département.

De 1835 à 1896 un grand nombre de communes n'ont donné aucun aliéné à l'asile départemental; d'autres au contraire en comptent 24 pour 1000. Ce sont, depuis soixante ans, toujours les mêmes communes qui sont frappées. De toutes les causes que l'on peut invoquer, l'hérédité se détache comme la principale.

Peut-être M. **Pailhas** n'a-t-il pas pour la résoudre affirmativement ou négativement cherché avec un soin suffisant l'influence de l'alcool.

Toutefois cette étude a paru à votre Commission digne d'obtenir une mention honorable.

Rapport de M. **Laussedat** *Sur le Mémoire intitulé : « De l'entraînement et de ses effets chez le fantassin* » avec la devise : *Primo non nocere.*

L'auteur, après avoir défini ce qu'il faut entendre par l'entraînement appliqué particulièrement au service de l'infanterie, en examine les résultats sur 743 conscrits entrés au 86e régiment en novembre 1897. Son travail est divisé en trois parties. Dans la première, il cherche à se rendre

compte de la valeur du contingent dont il s'agit, avant l'entraînement, au point de vue de la taille, du périmètre thoracique, du poids des sujets. Dans la seconde, il constate les changements qui se sont produits après l'entraînement, soit en gain, soit en perte. Dans la troisième, il examine les effets de l'entraînement sur la nutrition et les différentes catégories d'hommes soumis à l'entraînement selon l'âge et le temps de service (hommes pris au premier appel, hommes ajournés une ou deux fois, hommes dispensés du service d'un an), les centres de recrutement et les professions.

Les tableaux statistiques qu'il a dressés pour résumer ses observations sont clairs et offrent, à coup sûr, de l'intérêt, quoique les nombres fondamentaux soient souvent inégaux et trop faibles pour permettre des comparaisons positives.

Dans cette troisième Partie, l'auteur consacre encore deux paragraphes, l'un au surmenage qui est dû principalement à l'insuffisance de la taille, et l'autre aux éliminations dont les professions sédentaires fournissent le plus grand nombre, sans que celles qui s'exercent au grand air en soient exemptes. Il fait remarquer d'ailleurs que ces éliminations ne doivent pas être attribuées exclusivement à l'entraînement et qu'elles ne sont pour la plupart que temporaires.

Les conclusions de cet intéressant travail ont la plus grande gravité, car elles ne tendent à rien moins qu'à modifier essentiellement les dispositions légales actuelles : retard d'un an pour l'âge de la conscription, augmentation de la durée du séjour sous les drapeaux, amélioration de l'habitation et de la nourriture des troupes, recrutement régional, relèvement de la taille du fantassin. On voit que toutes ces questions auraient surtout besoin d'être examinées par le législateur, et la Commission de Statistique de l'Académie des Sciences ne pouvait que reconnaître le soin avec lequel l'auteur a procédé à une étude délicate qui méritait ses encouragements. C'est ce qu'elle a voulu faire en lui accordant une mention honorable.

Les conclusions de ces Rapports ont été adoptées.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, H. Moissan, Ditte, Lemoine;
Armand Gautier, rapporteur.)

M. A. **Béhal**, à qui la Section de Chimie décerne cette année le prix Jecker, est maître de conférences à la Sorbonne, agrégé de l'École supérieure de Pharmacie de Paris et secrétaire général de la Société chimique.

Ses recherches, déjà anciennes, sur les carbures acétyléniques, sur les dérivés de l'acide malonique, le chloral, le chloralimide et leurs dérivés, etc., lui avaient valu, il y a dix ans, une partie du prix qu'on lui accorde en entier aujourd'hui.

Reprenant en 1890, avec M. Auger, l'étude des acides maloniques, M. Béhal parvint, grâce à l'action des chlorures malonique et alcoylmaloniques sur les carbures benzéniques, en présence du chlorure d'aluminium, à obtenir une série de dicétones-β aromatiques qui, sous l'influence des alcalis, se scindent en une cétone et un acide contenant le reste du carbone de la molécule. De nombreuses dicétones aromatiques et quelques cétones nouvelles ont été ainsi obtenues par ces savants.

Les difficiles recherches commencées par M. Béhal en 1892 avec M. Desvignes, sur l'asboline ou extrait de suie de bois, recherches continuées de 1893 à 1895 avec M. Choay sur les huiles de bois et en particulier sur les phénols qu'elles contiennent, furent ensuite poursuivies par M. Béhal seul qui, en 1898, étudia les cétones accompagnant ces phénols. Cet ensemble de publications, touchant à la fois à la Chimie théorique et appliquée, a fait faire un important progrès à nos connaissances précises sur ces produits industriels d'un emploi aujourd'hui très répandu, et sur la constitution ou la préparation de leurs principes. Dans l'asboline, M. Béhal trouva le pyrocatéchine et l'homopyrocatéchine. Des huiles de bois, on avait déjà isolé avant lui le phénol, le xylénol, le gayacol, le créosol et quelques-uns de leurs éthers. MM. Béhal et Choay établirent la composition qualitative et quantitative des créosotes de hêtre et de chêne; ils en retirèrent le phénol, les *o.*, *m.*,

et *p*. crésylols, l'*o*. éthylphénol, les *m*. xylénols 1.3.4 et 1.3.5, le gayacol, le créosol et l'homocrésol. Ils parvinrent à extraire le gayacol cristallisé de la créosote du hêtre, et établirent son identité avec celui qu'ils avaient préparé par synthèse en partant de la pyrocatéchine.

Ce long et difficile travail a nécessité l'étude méthodique de tous les phénols pouvant exister dans les créosotes. Les auteurs ont été ainsi conduits à en construire un certain nombre grâce à une série de synthèses propres à établir leur constitution, ils ont été amenés à préparer aussi les éthers benzoïques nécessaires à la séparation ou à l'identification de tous ces phénols.

En 1898, M. Béhal, revenant à l'étude des produits non phénoliques de ces huiles pyrogénées, trouva, dans l'acide chlorhydrique aqueux et concentré, le moyen d'en retirer toute une série de cétones cycliques à fonction éthylénique. Ces corps se séparent ensuite de l'acide par addition d'eau. En les transformant en oximes et ceux-ci en dérivés benzoylés cristallisables, on obtient, par saponification puis hydratation ultérieure, les cétones primitives à l'état de pureté. De ces divers corps, M. Béhal a plus particulièrement de ces derniers étudié une méthylcyclohexénone, dont il a déterminé entièrement la structure.

Le camphre, dont la constitution laisse encore quelque incertitude, appela vers 1895 l'attention de M. Béhal. Il voulut aborder ce difficile problème par un chemin nouveau, celui de l'acide campholénique. On ne connaissait alors qu'un acide de ce nom, corps liquide et mal défini obtenu par Kœhler et Spitzer, et un carbure, le campholène, qui en dérivait à chaud. M. Béhal, en partant du nitrile campholénique qu'il prépara par déshydratation du camphoroxime, montra qu'on peut obtenir par hydratations successives de ce nitrile deux amides et deux acides campholéniques distincts : l'un, liquide et actif sur la lumière polarisée; l'autre, cristallisé et inactif. Il donna le moyen de passer de l'acide actif à l'inactif, et, chemin faisant, il découvrit deux campholènes et deux campholactones dont il obtint les acides-alcools et les dérivés d'oxydation, d'amidation, d'imidation (acides hydroxycamphoronique, diméthylsuccinique, diméthylglutonique; phénylamides et phénylimides correspondants). C'est en grande partie sur ces recherches, reprises par Tiemann, que ce dernier auteur établit sa constitution du camphre.

Plus tard, en collaboration avec M. Blaise, M. Béhal, faisant réagir une molécule d'hypoazotide sur l'acide campholénique, obtint deux dérivés nitrosés, l'un bleu, l'autre incolore, d'une campholénolactone. La forme

incolore passe à la forme bleue par fusion ou dissolution et redevient incolore par le repos. En faisant réagir sur ce corps une molécule et demie d'hypoazotide, on obtient une nitrocampholénolactone qui, par les alcalis, perd tout son azote à l'état d'azotite, en donnant un acide cétocampholénique.

L'ensemble de ces recherches conduit à donner à l'acide campholénique la constitution d'un acide diméthyltétrahydrophénylacétique; la production de l'acide diméthylphénylacétique, obtenu par MM. Béhal et Guerbet en faisant agir le brome sur l'acide campholénique, est venue confirmer cette constitution.

En 1899, M. Béhal reprenait l'étude des anhydrides d'acides mixtes autrefois découverts par Ch. Gerhardt. Après avoir donné une nouvelle méthode de préparation de ces anhydrides, M. Béhal établit que la partie active de ces anhydrides est toujours le membre de la molécule le moins riche en carbone. Ces corps, en effet, réagissent avec l'acide chlorhydrique, les alcools, l'ammoniaque, la phénylhydrazine, etc., pour donner naissance aux chlorures, acides, éthers, amides, hydrazides, dérivés du radical le moins carboné entrant dans leur constitution.

Cette étude conduisit M. Béhal à essayer de préparer les anhydrides formyliques que Gerhardt n'avait pu obtenir. Il y parvint en faisant réagir les anhydrides acides sur l'acide formique concentré. Il étudia surtout l'anhydride acétylformique qui, sous l'influence des bases tertiaires et de l'acétate sodique sec, se décompose en dégageant de l'oxyde de carbone et donnant l'acide qui répond à son radical le plus carboné.

A ces travaux d'ensemble, il faut ajouter, en nous bornant à les mentionner ici sans autres commentaires, une foule de recherches entreprises sur divers sujets qui ont attiré successivement l'attention de ce savant. Telles sont : l'action de l'acide acétique à haute température sur les carbures éthylénique et acétylénique (*Béhal et Desgrez*); des tentatives pour obtenir le thionyle SO (*id.*); une Note sur le pouvoir rotatoire des éthers tartriques; Sur l'isomérie de la tropine et de la pseudotropine; Sur les formes tautomères de l'éther acétylacétique; Sur la distinction entre les molécules cristalline et chimique; Sur les chloroformes commerciaux et les moyens de s'assurer de leur pureté; Sur l'existence d'une lécithine dans la farine de blé, etc.

Il convient enfin de dire, en terminant, que M. **A. Béhal** est l'auteur d'un *Traité de Chimie organique d'après les théories modernes* (2 vol. in-8°,

2000 pages) dont l'esprit méthodique et les développements théoriques font honneur à celui qui l'a conçu et composé.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Guignard, Van Tieghem, Prillieux, Bonnier; Bornet, rapporteur.)

Deux envois sont parvenus au Secrétariat pour le concours du prix Desmazières.

Celui qui est inscrit sous le n° 1 comprend un ouvrage populaire, écrit en langue magyare, sur les Champignons comestibles et vénéneux de la Hongrie, et un volume in-folio de 287 pages accompagnées de 86 planches exécutées en chromolithographie, qui a pour titre : *Études et Commentaires sur le Code de l'Escluse*.

Pendant les séjours qu'il fit en Hongrie chez Boldizar de Batthyany, Charles de l'Escluse recueillit les matériaux de son *Fungorum in Pannoniis observatorum brevis Historia,* publié, il y a trois cents ans, à la suite du *Plantarum rariorum Historia,* et fit en outre représenter, *nativis coloribus a perito pictori,* les espèces comestibles et vénéneuses qu'il eut l'occasion d'observer. Cette série d'aquarelles existe encore et se trouve à la Bibliothèque de Leyde. Elle est réunie dans un volume in-folio de 87 pages, avec deux pages blanches et un titre, sous la désignation suivante : *Bibliothecae Publicae Latinae Codex* n° 303, 87 *foliorum.* Les aquarelles sont peintes sur des morceaux de papier de Chine ou de Hollande, de différentes dimensions, et collées sur les pages d'un livre numéroté de 1 à 87.

Ce Code de l'Escluse constitue la plus ancienne collection connue de Champignons peints, et à ce titre il présente un grand intérêt. M. le Dr GYULA ISTVANFI, professeur à l'Université de Budapest, l'a fait reproduire avec beaucoup de soin pour le rendre accessible aux myco-

logues. Et afin de composer avec cet atlas une œuvre d'ensemble, il a rassemblé une quantité de documents relatifs à l'œuvre mycologique et à la vie de Ch. de l'Escluse, principalement dans ses relations avec la Hongrie. Il en est résulté un magnifique Ouvrage, dont le texte magyar est accompagné d'une traduction en français, qui fait grand honneur à celui qui l'a conçu et en a assuré l'exécution. La Commission se plaît à reconnaître le très réel intérêt qu'a le livre de M. G. Istvanfi pour l'histoire de la Mycologie, et lui aurait volontiers accordé le prix si elle n'avait eu l'obligation de se conformer aux intentions du fondateur du prix et de le donner à l'auteur du travail inscrit sous le n° 2, qui, en introduisant dans la Science des faits nouveaux, difficiles à obtenir, a largement contribué à résoudre une question sur laquelle on ne possédait, au moins pour les plantes d'Europe, que des notions fragmentaires et insuffisantes.

Ce travail est intitulé : « Sur les prothalles et les plantules de plusieurs Lycopodes européens et plus particulièrement des *Lycopodium clavatum, annotinum, complanatum* et *Selago* [1] ». Il est accompagné d'un cahier manuscrit contenant une étude complémentaire sur les proliférations du *L. complanatum*.

Les genres *Lycopodium* et *Selaginella*, qui représentent en Europe la classe des Lycopodinées, diffèrent par la fructification. Le premier n'a qu'une sorte de sporanges, le second en a deux. Cette dissemblance entre deux genres voisins par le port, la structure et par la situation des sporanges, qui sont insérés à la face supérieure des feuilles, parut énigmatique à une époque où l'on ignorait que les diverses classes des Cryptogames vasculaires renferment à la fois des types isosporés et des types hétérosporés. Et l'attention se portait sur cette différence avec une intensité d'autant plus grande que la germination des spores de *Selaginella* était facile à réaliser, tandis que les semis de spores de Lycopodes demeuraient toujours infructueux.

Cependant, après de nombreux essais, A. de Bary obtint, en 1858, les premiers états de la germination du *L. inundatum*. Lorsqu'ils eurent formé un petit massif ovoïde de 11 cellules, les prothalles cessèrent de se développer et périrent. Quinze ans plus tard, Fankhauser découvrit en Suisse, près de Langnau, dans l'Emmenthal, parmi des Mousses et des Sphagnum

---

(1) *Ueber die Prothallien und die Keimpflanzen mehrerer europäischer Lycopodien, und zwar über die von* Lycopodium clavatum, L. annotinum, L. complanatum *und* L. Selago. *Gotha*, 1898.

qui tapissaient un endroit boisé, humide et ombragé, 13 plantules de *L. annotinum.* Elles portaient à leur base, enfouis dans le sol, des prothalles dépourvus de chlorophylle, sur lesquels il put constater la présence d'anthéridies. Dès lors on sut que les Lycopodes ont une seule sorte de spores, comme les Fougères et les *Equisetum*, mais la manière dont se forme le prothalle restait à déterminer. Il fallut encore dix années pour qu'un nouveau progrès dans la connaissance de la génération sexuée des Lycopodes fût réalisé. On le doit à notre éminent correspondant M. Treub qui, en 1884, commença, sur les Lycopodes de Java, la série d'études qui ont fait connaître, dans six espèces, le développement du prothalle, de l'embryon et de la plantule.

Presque en même temps, M. Bruchmann inaugurait ses recherches sur les espèces européennes en découvrant, en Thuringe, deux prothalles de *L. annotinum.* C'est également en petit nombre que M. Goebel recueillit, en 1887, des prothalles et des plantules du *L. inundatum* dont A. de Bary avait obtenu la germination. Avec son talent habituel, il sut tirer tout le parti possible de ces matériaux et montra que la différence des prothalles de ce Lycopode, qui ressemblent à de petites Raves surmontées d'un bouquet de folioles vertes, et du *L. annotinum*, chez lequel ils ont la forme d'un corps blanchâtre, aplati, irrégulièrement lobé et ondulé, n'est pas moins grande que chez les *L. cernuum* et *Phlegmaria*, premières espèces décrites par M. Treub.

Ce résultat rendait très désirable de poursuivre la même étude sur les autres espèces européennes. M. Bruchmann l'entreprit avec une persévérance infatigable. Il commença par chercher la forme sexuée dans les localités où les plantes ordinaires fructifient; elle ne s'y trouve pas. On la rencontre dans des localités où l'on chercherait vainement de vieilles plantes, dans des endroits où leur présence n'aurait pu être soupçonnée. Les reboisements récents, les plantations de huit à quatorze ans sur l'emplacement d'anciennes forêts entièrement dénudées, de préférence dans les points où le sol est riche en humus, les endroits où des transports de terre ont recouvert des stations de Lycopodes, sont les lieux les plus propres à la récolte des prothalles. Grâce à cette connaissance, fruit d'explorations répétées, M. Bruchmann a pu rassembler, en diverses saisons et en plusieurs années, plus de 500 prothalles dont l'étude est venue combler la lacune qui existait pour deux espèces et a permis de compléter, pour les deux autres, les publications de ses devanciers.

De cet ensemble d'observations, lentement et péniblement accumulées,

résulte que la génération sexuée des Lycopodes, le gamétophyte, affecte une diversité de formes très remarquable, nullement liée à une forme correspondante du sporophyte, qu'une semblable diversité n'existe dans aucun autre groupe des Filicinées, et que cette génération atteint un degré de développement inconnu chez les autres Cryptogames vasculaires. Les prothalles des espèces européennes se rattachent à quatre types différents dont deux ne sont pas représentés parmi les Lycopodes exotiques; en revanche, un des types exotiques ne se trouve pas dans nos régions. De ces prothalles, les uns sont hypogés, saprophytes et dépourvus de chlorophylle; les autres, à demi enfoncés dans la terre, ont la partie supérieure colorée en vert. Leur structure est assez différenciée et caractéristique pour chaque type.

Ils diffèrent entre eux par la durée de leur développement et de leur existence. Quelques-uns se multiplient par des moyens variés.

Il est encore intéressant de noter que le prothalle des Lycopodes européens, de même que ceux de Java, vivent en symbiose avec un de ces Champignons endophytes qu'on désigne sous le nom de *Mycorhizes*.

L'instructif travail de M. Bruchmann est accompagné de bonnes figures dessinées par lui-même, et dont plusieurs, avant longtemps, passeront dans les livres d'enseignement.

Comme conclusion à ce Rapport, la Commission décerne le prix Desmazières à M. **H. Bruchmann** et attribue une *mention très honorable* à M. **G. Istvanfi**.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Guignard, Prillieux; Gaston Bonnier, rapporteur.)

Parmi les Ouvrages présentés pour les prix Montagne, la Commission a distingué les Recherches de Pathologie végétale de M. **G. Delacroix** et la Flore française des Lichens de M. **A. Boistel**.

M. G. Delacroix a publié un intéressant travail sur « Les maladies et les ennemis des Caféiers ». L'auteur a réuni, condensé et exposé d'une façon très claire toutes les notions acquises sur ce sujet. Il en fait une étude critique, et y apporte une part importante de découvertes qui lui sont

personnelles. Il faut citer, en particulier, une étude de l'*Hemileia vastatrix*, ce Champignon qui exerce de si grands ravages dans l'une de nos plus importantes cultures coloniales, et un exposé détaillé de la Biologie du *Cephaleuros virescens*, petite Algue qui vit en parasite sur les feuilles du Caféier. En accordant à M. G. Delacroix l'un des deux prix Montagne, la Commission a voulu considérer l'ensemble des nombreuses recherches de l'auteur sur les maladies des plantes cultivées et sur les végétations cryptogamiques qui les déterminent ou qui les accompagnent.

M. A. Boistel a soumis à l'Académie, non seulement la Flore des Lichens qu'il a publiée, mais un autre manuscrit très étendu dans lequel l'auteur a repris à nouveau toute la classification des Lichens de la Flore française. M. Boistel a appliqué à ces espèces les principes du classement adopté par M. l'abbé Hue pour les lichens exotiques. De plus, l'auteur a indiqué avec précision les raisons scientifiques qui militent en faveur de cette classification et qui en justifient l'emploi. M. Boistel a ajouté à la description détaillée de toutes les espèces l'étude critique de leurs caractères et de leur division en sous-espèces, variétés et formes. Enfin, chaque description est suivie d'indications bibliographiques. La Commission décerne à ce remarquable travail l'un des deux prix Montagne.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Bornet, Van Tieghem, Guignard; Edmond Perrier, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Thore à M. Seurat, pour ses belles recherches sur les larves parasites entomophages des Hyménoptères.

L'étude de ces larves est particulièrement intéressante, parce qu'elle permet de suivre les dégradations graduelles que produisent chez des animaux parasites, d'une part le défaut d'usage ou d'excitation de divers

organes, d'autre part la suralimentation, consécutifs de leur existence parasitaire.

Il est clair que plus le parasitisme est profond, plus les modifications subies par les larves seront considérables. Les parasites externes *Doryctes gallicus*, *Xilonomus precatorius* seront à peine modifiés, par exemple, au point de vue de l'appareil respiratoire, tandis que les parasites internes le seront profondément. Cependant, M. Seurat a pu montrer qu'un même mode d'existence des larves n'entraîne pas une identité absolue dans les modifications subies. L'appareil respiratoire des larves des *Doryctes* diffère de celui des larves des *Xilonomus*, bien que les unes et les autres soient des parasites externes ; il en est de même des appareils respiratoires des larves de l'*Anilasta ebenina* et de l'*Apanteles glomeratus*, bien que l'un et l'autre vivent en parasites dans la chenille de la Piéride du chou. Ces différences conduisent à se demander si les familles d'Hyménoptères parasites ne proviennent pas respectivement de différents Hyménoptères à larves libres, ou tout au moins si leur parasitisme peut être considéré comme remontant à la même date. Parmi les modifications intéressantes de l'appareil respiratoire des larves endoparasites, on peut signaler sa formation tardive, l'ouverture plus tardive encore des stigmates dont la dixième paire s'ouvre plus tardivement que les autres (Chalcidides) et finit par disparaître ainsi que les troncs correspondants (Microgastrides); de même l'ouverture du deuxième tronc stigmatique, un peu retardé déjà chez les Chalcidides, arrive à se faire plus tard encore chez les Ichneumonides et les Chalcidides.

Les études de M. Seurat l'ont encore conduit à préciser le mode de formation de la tête, celui de l'armure génitale et le mode de constitution du thorax chez les divers types qu'il a pu se procurer.

A ces données fondamentales, M. **Seurat** a ajouté un grand nombre d'observations de détail qui ajoutent encore aux mérites de son œuvre, continuée depuis par des Mémoires isolés nombreux déjà.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. de Lacaze-Duthiers, Filhol, Grandidier, Ranvier; Edmond Perrier, rapporteur.)

Le prix Savigny n'est pas décerné.

PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. de Lacaze-Duthiers, Ranvier, Guignard; Filhol et Edm. Perrier, rapporteurs.)

En 1897, le prix da Gama Machado n'a pas été décerné. Depuis cette époque, dans les deux directions de recherches que visait le fondateur du prix, de nombreux travaux ont été effectués, et votre Commission s'est trouvée fort embarrassée pour les classer; elle vous propose d'admettre comme copartageants de cette récompense : Mme la comtesse **de Linden**, de Bonn, et M. **Paul Carnot**, d'une part; M. **Michel Siedlecki** et M. **Bordas**, d'autre part.

*Rapport sur le Mémoire de Mme* la Comtesse de Linden.

Pour la seconde fois, Mme **de Linden** prend part au concours pour le prix da Gama Machado. Le sujet du Mémoire présenté par elle en 1897 pouvait être résumé par cette formule qu'elle a bien voulu adopter pour celui de 1900 : *La généalogie des espèces, chez les Papillons, est-elle inscrite sur leurs ailes?* Déjà, en 1897, votre Commission avait été frappée de la façon dont ce problème si délicat avait été abordé [1]. Mais il lui avait semblé qu'un tel sujet pouvait être traité avec plus d'ampleur et qu'il y avait lieu de solliciter de l'ingénieux auteur du Mémoire qui lui était soumis, une étude plus générale et plus approfondie du développement du dessin de l'aile des Lépidoptères. Elle ne décerna à Mme la comtesse de Linden qu'une mention honorable, et son rapporteur dut exposer une sorte de programme des recherches qu'il semblait utile d'effectuer. Le programme proposé a été non seulement épuisé, mais dépassé par le nouveau Mémoire de Mme de Linden.

Ce travail ne vise pas seulement, en effet, l'intéressante question des rapports de la *Phylogénie* et de l'*Embryogénie* des Papillons; il se propose de déterminer si les méthodes de raisonnement et les façons de parler introduites dans la Science par Darwin et ses disciples ne masquent pas

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 99.

dans une certaine mesure les véritables explications scientifiques, en substituant à la recherche des mécanismes intimes, qui seule conduit à des explications, la simple constatation d'un résultat qui ne nous mène pas beaucoup plus loin, en somme, que le vieux finalisme. Lorsque Darwin et ses disciples disent, par exemple, que les couleurs des Oiseaux et des Papillons sont dues soit à ce qu'elles permettent à l'animal de se mieux dissimuler, soit, lorsqu'elles sont propres aux mâles, à ce qu'elles ont charmé les yeux des femelles, ils ne nous montrent nullement sous quelles influences les couleurs ont apparu, ni comment elles ont pris telle ou telle disposition; ils se tiennent pour satisfaits, comme autrefois les finalistes, dès qu'ils peuvent dire que ces couleurs sont protectrices ou séductrices. La *sélection naturelle* et la *sélection sexuelle* ont tout fait. Il suit de là que tout système de coloration qui ne serait pas chez les animaux un moyen de se dissimuler ou une élégante parure devrait disparaître rapidement. Or il n'en est rien, et Buffon s'approchait déjà davantage de la vérité, lorsqu'il disait : « Tout ce qui ne se nuit pas assez pour se détruire, tout ce qui peut subsister ensemble, persiste ([1]) », de sorte que les animaux peuvent présenter un grand nombre de parties indifférentes ou inutiles.

Mais les caractères des animaux n'apparaissent pas sans cause. Lamarck a parfaitement vu que, parmi ces causes, se trouve la façon dont un animal use de ses organes, et détermine, par suite, l'activité de leur nutrition; les caractères ainsi produits sous l'action indirecte de la volonté de l'animal stimulé par ses *besoins,* sont tous forcément utiles à l'animal, puisqu'ils résultent de son activité même; ils sont de ceux que choisit pour les conserver la sélection naturelle. Or il est d'autres caractères dont l'utilité paraît être nulle, dont la production échappe à toute intervention de la volonté, et pour lesquels il faut faire intervenir autre chose que les besoins de l'animal. Ces caractères résultent soit de l'action du milieu extérieur, soit du fonctionnement de l'organisme dans ce qu'il a de plus automatique : telle est la production de la coloration des ailes des Insectes en général et plus particulièrement des Papillons.

Les observations de Mme de Linden sur cet intéressant sujet peuvent se formuler ainsi :

1° Les ailes des Insectes primitifs présentaient des nervures réticulées semblables entre elles et serrées (Éphémérides, Libellulidés);

([1]) Article sur le *cochon*.

2° Par la suite, certaines nervures ont pris des dimensions plus grandes que les autres; le nombre des petites nervures s'est réduit; il n'a subsisté que les plus grandes nervures longitudinales et quelques nervures transversales, l'ensemble de ces nervures découpant la surface de l'aile en grandes cellules (Hyménoptères, Lépidoptères, Diptères, etc.).

3° Les nervures disparues sont souvent représentées par des plis de la surface de l'aile.

4° Les nervures sont la voie par laquelle le sang pénètre dans l'aile; elles contiennent presque toujours un rameau de trachées; ce sont, par conséquent, tout à la fois, des organes de circulation et de respiration.

5° La matière colorante des animaux apparaît en général sur le trajet des voies sanguines. Ces voies sont représentées dans l'aile des Insectes par les nervures; c'est donc sur les nervures des ailes que devront apparaître les colorations pigmentaires.

6° La matière colorante se montre le long des nervures transversales; elle fournit donc au début des lignes brisées transversales par rapport à l'aile ou des dessins en zigzag.

7° En s'étendant à partir des nervures, la matière colorante élargit peu à peu les lignes en zigzag, et les transforme en bandes qui peuvent devenir coalescentes par places, s'effacer sur certains points ou former finalement des taches isolées qui peuvent paraître ne plus avoir un rapport déterminé avec les nervures.

Cette première série de propositions entraîne pour ainsi dire la conclusion qu'un phénomène chimique lié à la respiration a amené la production du pigment des ailes des Insectes, comme cela paraît être la règle dans le règne animal. La sélection naturelle n'a rien à faire dans ce premier stade, pas plus que la sélection sexuelle.

L'aile primitive, qui était finement réticulée et dont toutes les nervures étaient semblables, qui a dû, à l'origine, en raison de son étendue et de son fin réseau de trachées, être un admirable organe de respiration, s'est peu à peu exclusivement spécialisée dans la fonction du vol. Peu à peu des nervures de soutien, plus fortes que les autres, se sont dessinées dans le fin réseau de l'aile, circonscrivant des cellules de grande dimension; et ceci est intéressant au point de vue du mode d'action de l'hérédité, *alors même que les nervures ont complètement disparu sans laisser de traces*, le dessin qui leur correspondait dans les types primitifs n'en continue pas moins à se montrer à sa place; c'est l'origine des dessins en zigzag de l'aile de tant

de Papillons de nuit. Parmi ces derniers, les *Géométrides* paraissent les plus anciens de tous les Papillons, les Microlépidoptères (*Cerosoma lucella, Phoxopteryx corylana*) très apparentés, aux Éphémérines et aux Phryganides, mis à part. Des circonstances diverses peuvent modifier la disposition primitive et en faire apparaître d'autres parfaitement régulières; c'est ainsi que les bandes des ailes des Bombycides apparaissent chez les chrysalides tout le long des parties de l'aile reployée qui correspondent aux incisions de l'abdomen, le long desquelles la circulation de l'aile est manifestement plus facile. Plus tard la croissance de l'aile masque chez l'adulte cette disposition, et si elle est inégale arrive à produire sur les bandes des sinuosités ou des brisures qui ne correspondent plus du tout à la marche des incisions.

L'origine du dessin des ailes des Papillons est donc la même que celle des autres Insectes à ailes réticulées; les transformations du dessin réticulé primitif sont liées à des causes physiques ou physiologiques. C'est seulement parmi ces dessins déjà réalisés qu'un certain nombre de dessins avantageux pour la protection des individus peuvent, dans certains cas, prendre la prédominance sur les autres; mais la sélection naturelle n'est pas indispensable pour leur fixation, et il suffit que certaines catégories d'individus demeurent constamment soumis aux conditions physiques et physiologiques qui les ont produites pour que ces caractères se fixent sur ces individus et se transmettent par hérédité.

Après avoir ainsi déterminé l'origine du dessin des ailes des Papillons, Mme de Linden se demande comment évolue la coloration des ailes et s'il existe quelque modification d'une espèce à l'autre dans la façon dont le coloris et le dessin lui-même se développent. Elle arrive sur ces divers sujets aux conclusions suivantes :

1° Chez les espèces primitives (*Géométrides, Bombycides*) et dans un grand nombre d'autres (*Papilio, Vanessa*) les écailles de l'aile commencent par être uniformément colorées en jaune clair tirant parfois un peu sur le vert. La couleur du dessin résulte d'un assombrissement de la couleur primitive qui commence à l'extrémité de chacune des écailles qui font partie d'une bande colorée et gagne peu à peu sa base.

2° Les bandes qui passent successivement par plusieurs teintes dans les espèces primitives (*Géométrides*) peuvent, chez d'autres, atteindre d'emblée leur coloration (*Papilio*). Lorsque la tachygenèse est poussée plus loin (*Vanessa, Thaïs*), les écailles qui forment le dessin se montrent plus tard que

celles qui forment la couleur du fond; elles demeurent incolores et transparentes jusqu'à la fin de la vie chrysalidienne pour prendre d'emblée leur forme et leur couleur définitives. Les couleurs les plus claires précèdent les plus foncées et les changements de teintes s'accomplissent dans l'ordre suivant : jaune clair, jaune foncé, brun, noir; jaune clair, orangé, carmin; jaune clair, rose, gris, gris noir; jaune clair, jaune verdâtre, vert; jaune clair, orangé, rouge brique, rouge brun.

3° La bigarrure des ailes de beaucoup de Papillons résulte d'un arrêt, à des degrés variables, dans le développement d'écailles appartenant à une même série de coloration (*Hétérépistase,* de Eimer), et qui étaient primitivement distribuées en zigzags, bandes ou taches longitudinales et unicolores.

4° Chez tous les Papillons, la position des bandes primitives est dans une très large mesure constante et définie par les rapports des bandes avec les régions de l'aile, les nervures et les trachées. Le nombre maximum est de seize (*Gonophora derasa*).

5° La disposition primitive est, dans les formes anciennes, graduellement remplacée par une autre : mais, dans les formes les plus modifiées, la disposition finale peut apparaître d'emblée, comme le fait prévoir la loi de la tachygenèse.

6° Sur l'aile inférieure, le dessin commence par être plus primitif, quand sa forme n'est pas très modifiée, que sur l'aile supérieure; il s'en rapproche ensuite peu à peu, en prenant tous ses caractères; finalement il le rattrape et le dépasse en montrant des phénomènes évidents de tachygenèse.

7° Si l'aile inférieure est profondément modifiée dans sa forme, si par exemple elle est plus ou moins avortée, le développement du dessin se fait plus rapidement et le dessin est plus modifié que sur l'aile supérieure.

Par son étendue, par sa précision, le Mémoire de M[me] de Linden mérite d'être placé en tête de ceux qui ont été présentés pour le concours au prix Da Gama-Machado, et votre Commission lui aurait attribué la totalité du prix si le nombre extrêmement faible des prix concernant les recherches zoologiques ne l'obligeait à récompenser aussi quelques-unes de ces dernières.

De ce nombre sont les recherches de M. **Paul Carnot** sur le mécanisme de la pigmentation. M. Paul Carnot a montré que lorsqu'on greffe sur

une peau blanche un fragment d'épiderme noir, la greffe pigmentée s'accroît progressivement aux dépens de l'épiderme blanc. La cellule épidermique est donc, par elle-même, capable de faire du pigment, et la pigmentation cutanée, primitivement épidermique, n'est pas d'origine hématique. En outre, la cellule pigmentée paraît l'emporter, dans la lutte entre les cellules, sur la cellule apigmentée, qu'elle remplace puisque la greffe s'étend. On peut, par la vitesse d'extension de la tache noire, mesurer et suivre macroscopiquement le degré de vitalité et la descendance d'une cellule greffée. M. P. Carnot a étudié, sur la cellule greffée et sur l'organisme porte-greffe, l'influence de l'âge, des maladies, des transplantations en passage, etc., et celle des différentes substances excitant la prolifération cellulaire. Il a donc mis en lumière une méthode générale permettant d'apprécier les influences diverses s'exerçant sur la cellule même.

Les faits qui viennent d'être rappelés ont été confirmés de divers côtés et particulièrement par Loeb.

Dans une seconde partie de ses travaux, M. P. Carnot s'est préoccupé de rechercher les résultats d'injection pigmentaire. Les injections qu'il a pratiquées par les voies sanguines, péritonéales et sous-cutanées montrent que le pigment se répartit de préférence dans certains tissus et organes, foie, capsules surrénales, par exemple.

En dernier lieu, M. P. Carnot, reprenant des recherches antérieures sur les nerfs chromatomoteurs, susceptibles par leur intoxication d'amener sur certains animaux des changements brusques de la coloration de la peau, a montré le premier qu'il y avait deux systèmes de nerfs chromatomoteurs, comparables aux nerfs vaso-moteurs, les uns dilatateurs, les autres contracteurs, provoquant, sous le microscope, d'une part le mouvement des granules pigmentaires dans les pseudopodes protoplasmiques et d'autre part le retrait ou l'extension de ces pseudopodes eux-mêmes. Il semble que ce soit là la première démonstration, sous le microscope, de l'action des nerfs sur les mouvements protoplasmiques en dehors de tout système musculaire.

Les recherches qui suivent sont orientées dans la seconde direction indiquée par le fondateur du prix. Elles ont trait à la matière spermatique.

A cet égard, celles de M. **Michel Siedlecki**, de Cracovie, ont fourni des résultats tout à fait inattendus.

Les recherches de M. Siedlecki ont étendu d'une façon inespéré,

jusqu'à des organismes unicellulaires, les Sporozoaires, nos connaissances relativement à la fécondation qu'on a pu croire un phénomène propre aux organismes supérieurs ou Métazoaires. M. Siedlecki a étudié quatre cas principaux : celui des Grégarines (*Monocystis ascidiæ*), celui du *Coccidium proprium*, celui de l'*Adelea ovata* et celui de la *Benedenia octopiana* qui forment en quelque sorte série. Ces animaux sont parasites soit de cellules épithéliales de l'intestion ou des reins, soit des cavités ouvertes d'un assez grand nombre d'Invertébrés et de Vertébrés. La phase de parasitisme cellulaire des Grégarines est relativement courte; elles abondent à l'état libre dans l'intestin de divers Insectes, dans les poches spermatiques des Lombrics et elles atteignent une assez grande taille. Les Coccidies, au contraire, n'ont qu'une phase assez courte de vie extra-cellulaire et demeurent beaucoup plus petites. Les recherches récentes ont ajouté à ces caractères assez peu précis un autre caractère tiré du mode de reproduction et dont l'importance au point de vue de l'origine des éléments sexuels est des plus grandes.

Le cycle évolutif d'une Grégarine peut être résumé de la manière suivante : Le jeune animal est d'abord de très petite taille; c'est un *Sporozoïte* qui, d'ordinaire, s'introduit dans une cellule épithéliale de l'intestin, y grandit, s'en échappe, tombe dans la cavité du tube digestif et y atteint une certaine taille limite; il est adulte quand il l'a atteinte. Le plus souvent deux individus se conjuguent et, après la conjugaison, produisent chacun n éléments de petite taille, les *Sporoblastes*. Les Sporoblastes, tous semblables entre eux, s'unissent à leur tour deux à deux, et forment ainsi n *Sporocystes* dont le contenu se divise de manière à donner naissance chacun à huit *Sporozoïtes*, points de départ d'autant d'individus nouveaux. On peut considérer l'union des Sporoblastes comme une fécondation *isogame*, c'est-à-dire dans laquelle les deux éléments qui s'unissent sont identiques d'aspect.

Chez les Coccidies, au contraire, les Sporoblastes sont de dimension différente : les plus grands, les *macrogamètes*, ressemblent exactement aux œufs des animaux supérieurs; les petits ou *microgamètes* revêtent l'aspect des Spermatozoïdes; les macrogamètes et les microgamètes s'unissent dans une véritable fécondation accompagnée de phénomènes de réduction du noyau qui rappellent, sans que l'identité soit cependant complète, les phénomènes d'expulsion des globules polaires des œufs (*Benedenia octopiana*). La différenciation sexuelle peut aller plus loin.

De même que chez les Cryptogames vasculaires, il existe des macrospores produisant des prothalles femelles sur lesquels naissent les macrogamètes et des microspores produisant des prothalles mâles générateurs des microgamètes, il peut y avoir chez les Coccidies de notables différences — dans la taille notamment — entre les individus producteurs de macrogamètes et ceux qui produisent les microgamétes; autrement dit dimorphisme *sexuel.* Chez les *Benedenia octopiana* chaque individu femelle se transforme directement en macrogamète.

Dans ces derniers temps, un grand nombre d'observateurs se sont appliqués à l'étude des Sporozoaires : les noms de Labbé, Léger, Schneider, Thélohan, Laveran, Schaudinn, Caullery, Mesnil, etc., doivent être appelés à côté de celni de M. Siedlecki.

M. L. **Bordas**, Chef des travaux pratiques de Zoologie à la Faculté des Sciences de Marseille, a envoyé un travail intitulé : *Recherches sur les organes reproducteurs mâles des Coléoptères* (*Anatomie comparée, Histologie, matière fécondante*).

Les glandes génitales mâles des Coléoptères étaient incomplètement connues aux points de vue anatomique, histologique, embryogénique avant les travaux de M. L. Bordas, qui, frappé des variations extraordinaires qu'elles présentaient, non seulement de famille à famille, mais encore de genre à genre, a cherché à relier entre elles les diverses dispositions observées. Ses observations, d'une très grande délicatesse, ayant nécessité plusieurs années de travail, ont porté sur deux cents espèces différentes, et elles ont eu pour résultat important d'établir un trait d'union entre les diverses familles des Coléoptères et de ramener toutes les variétés morphologiques qu'affectent leurs organes reproducteurs à deux formes types fondamentales autour desquelles peuvent se grouper toutes les autres. La première comprend les Coléoptères à testicules simples et tubuleux, la seconde les Coléoptères à testicules composés. M. L. Bordas a fait connaître l'histologie de ces appareils, suivi l'évolution des cellules génitales, et montré par de très nombreux exemples comment se constituait la matière fécondante.

Le Mémoire de M. Bordas témoigne d'exceptionnelles qualités d'observation et d'investigation, ainsi que d'une rare assiduité au travail, et il a paru à notre Commission qu'il était digne d'être récompensé.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Guyon, Potain, Lannelongue, Chauveau, Brouardel, Roux; Marey, rapporteur.)

La Commission propose de décerner des prix à MM. **Hallopeau** et **Leredde**, **Guilleminot**, **Jules Soury**.

MM. **Hallopeau** et **Leredde** ont présenté au concours pour le prix Montyon un *Traité de Dermatologie*, volume de 992 pages, orné de belles figures. C'est un livre fort bien fait, un exposé très lucide des connaissances les plus récentes dans cette partie de la Science. Mais ce n'est point là le mérite principal de l'Ouvrage. Ce qui y appelle surtout l'attention, ce sont les recherches personnelles de M. Hallopeau sur certains points de la pathologie cutanée et, en particulier, sur les origines tuberculeuses de tout un groupe d'affections de la peau. Cet auteur a montré, par des exemples nombreux, très étudiés et démonstratifs, que la bacillose peut atteindre la peau de trois façons différentes : par l'envahissement bacillaire lui-même, superficiel ou profond; par des dépôts zoogléiques, ou par l'action de toxines tuberculeuses provenant de foyers plus ou moins éloignés. Il a montré que, à ces modes divers de l'affection, correspondent des formes diverses et des indications spéciales. Enfin, aux quelques formes acceptées de cette localisation, il en a ajouté de nouvelles jusqu'ici méconnues; notamment les formes érythémateuse, lichénoïde, pemphygoïde, acnéiforme, folliculaire. C'est-à-dire qu'il a fait voir combien sont nombreux les cas de maladie de la peau dans lesquels il faut incriminer et combattre la bacillose.

En spécifiant ainsi les faits, en catégorisant les toxémies qui tiennent une place si grande dans les origines des maladies de la peau, M. Hallopeau a rendu grand service à la Dermatologie et préparé à la thérapeutique des maladies qui lui appartiennent des voies nouvelles où il a commencé à s'engager lui-même : sagement toutefois et en écartant les audaces dangereuses où d'autres se sont laissé entraîner.

Rapport de M. **Marey**, *sur un travail « Sur les applications médicales des rayons X »*, par M. Guilleminot.

Dans la radiographie, la distance et la position de l'ampoule de Crookes, par rapport à la région explorée, modifient beaucoup les dimensions et la forme des images. Il s'ensuit que, pour obtenir des radiogrammes fidèles et comparables entre eux, on doit adopter des règles constantes, tant pour la distance de l'ampoule que pour l'incidence de ses rayons. M. Guilleminot a posé à cet égard des règles précises. Mais ces règles n'auront d'effet que si elles sont généralement adoptées par les radiographistes.

On peut approuver sans restriction la seconde partie du travail de M. Guilleminot. L'auteur y décrit une méthode ingénieuse qui permet de radiographier le cœur et les organes respiratoires à une phase toujours la même de leur mouvement périodique.

Dans les conditions ordinaires, les contours de ces images sont incessamment variables, car ils correspondent à une série d'états successifs où le volume de l'organe exploré change incessamment. Ils donnent donc des images mal définies et il en sera ainsi tant qu'on ne disposera pas d'une source assez énergique pour qu'une seule étincelle donne un radiogramme instantané.

M. Guilleminot recourt donc à une série d'étincelles, mais chacune d'elles est provoquée à un même instant de la révolution du cœur. En effet, il se sert du pouls pour provoquer les ruptures et clôtures alternatives du courant électrique excitateur de l'ampoule. Un dispositif analogue permet à l'auteur de saisir également l'attitude de l'appareil respiratoire à des phases toujours les mêmes de son mouvement alternatif.

Cette ingénieuse méthode a beaucoup frappé votre Commission en raison des importantes applications qu'elle promet. Aussi avons-nous proposé de décerner à M. **Guilleminot** l'un des prix Montyon de Médecine et Chirurgie.

Le système nerveux central. Structure et fonctions. Histoire critique des théories et des doctrines, par M. J. Soury.

Cet Ouvrage est consacré à l'étude de tout ce qui a été écrit sur l'anatomie et la physiologie du système nerveux central, depuis les philosophes grecs jusqu'à nos jours.

La première Partie de l'Ouvrage, le tiers environ, est consacrée à l'antiquité et aux temps modernes. Elle comprend l'exposé de toutes les théories relatives à la structure et aux fonctions des organes de la vie, de la sensibilité et de la pensée, depuis Alcméon de Crotone (vers 500) jusqu'à Broca, Fritsch et Hitzig. Toutes ces théories sont exposées avec un détail, une précision, une sûreté d'analyse et de critique véritablement hors ligne.

La période contemporaine commence à Broca qui, le premier, établit scientifiquement la localisation cérébrale d'une fonction de l'intelligence. Dans cette Partie, qui comprend presque les deux tiers de son Ouvrage, M. J. **Soury** étudie les fonctions du système nerveux central, les voies sensitives et motrices, les voies sensorielles, les voies d'association et commissurales. Le Chapitre consacré à l'écorce cérébrale est des plus importants, et il en est de même de ceux consacrés à la cénesthésie, aux émotions, à la vision, à l'audition, à l'olfaction et à la théorie des neurones.

Cette Partie de l'Ouvrage comprend l'analyse et la critique d'un nombre considérable de travaux et représente une somme de labeur dont seuls peuvent se faire une idée ceux qui font des recherches basées sur des textes originaux.

L'Œuvre de M. J. Soury n'a son analogue dans aucun pays et représente un travail et une étendue de connaissances extraordinaires. Pour l'entreprendre il fallait non seulement être tout à la fois un linguiste et un philosophe, un psychologue et un neurologiste, mais il fallait encore, pour la mener à bien, posséder l'érudition et la puissance d'analyse qui caractérisent depuis si longtemps les travaux de ce savant.

Après avoir lu l'Ouvrage de M. **Soury**, on se rend compte du service immense rendu par l'auteur à sa génération, car nous pouvons maintenant avoir une idée complète de tout ce qui a été dit et fait sur l'anatomie et la physiologie du système nerveux depuis l'antiquité jusqu'à aujourd'hui et embrasser d'une vue synthétique la marche progressive des connaissances humaines dans ce domaine.

La Commission attribue des mentions à MM. **Nobécourt**, **Sabrazès**, **Paul Gallois**.

M. **Nobécourt** a établi les faits suivants, relatifs à la pathogénie des infections gastro-intestinales des jeunes enfants :

1° Il n'y a aucun caractère qui permette de différencier les colibacilles

supposés pathogènes isolés de l'intestin des colibacilles saprophytes : les caractères de forme et de culture sont les mêmes; la proportion relative à celle des autres bactéries, la virulence varient d'un cas à l'autre; le sérodiagnostic, pratiqué avec le sérum et le colibacille isolé des selles du même malade, est rarement positif et, dans ce cas même, le taux de l'agglutination est trop faible pour autoriser des conclusions.

2° L'étude expérimentale de l'agglutination des colibacilles isolés de l'intestin d'enfants atteints d'infections gastro-intestinales aiguës d'été par les sérums d'animaux infectés par ces colibacilles ou intoxiqués avec leurs produits de sécrétion, montre que ces colibacilles varient d'un échantillon à l'autre, et qu'il n'existe pas de race colibacillaire spéciale à ces infections.

3° A côté des colibacilles existent souvent, dans l'intestin des malades, des streptocoques, quelquefois du *Bacillus mesentericus,* du Bacille pyocyanique. L'association de ces germes avec les colibacilles est virulente à des doses où chacun de ces germes est inactif isolément, si l'on expérimente chez le cobaye. Il semble qu'en clinique ces associations microbiennes jouent un rôle dans un certain nombre de cas.

4° Considérés en eux-mêmes, les streptocoques de l'intestin présentent quelques caractères particuliers, dus à la nature du milieu où ils vivent. Mais ces caractères varient de l'un à l'autre, existent également chez des streptocoques provenant d'ailleurs que de l'intestin, se modifient par les cultures; aussi ne peut-on pas faire une race à part de ces streptocoques d'intestin, ni en distinguer plusieurs variétés.

M. Sabrazès, dans un court travail [1], a résumé avec clarté les notions les plus récentes sur la constitution et les origines des globules du sang et sur les changements de proportion qui surviennent sous l'influence de la maladie. Il y a ajouté des recherches personnelles concernant les leucocythémies d'origine médullaire ou splénique, ainsi que celles qui compliquent le sarcome. Il a donné également une formule hématologique de la macropolyadénopathie tuberculeuse.

Une mention honorable est attribuée à M. Gallois pour son Ouvrage intitulé : « La scrofule et les infections adénoïdiennes ».

Une citation est accordée à M. Cunéo, prosecteur de la Faculté de Paris,

---

[1] *Hématologie clinique, leucocytose, leucémie et adénie.*

pour son travail intitulé : « De l'envahissement du système lymphatique dans le cancer de l'estomac ».

Une citation est également accordée à M. **Toulouse** pour son travail intitulé : « Traitement de l'épilepsie par les bromures ».

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Guyon, Guignard, Lannelongue, Marey.)

Rapport de M. **Marey** *sur la « Théorie de la formation des voyelles »*, par M. le Dr Marage.

Une grande incohérence régnait dans les résultats obtenus par les divers auteurs qui ont étudié les voyelles par la méthode graphique. M. **Marage** a montré que le désaccord tenait à l'introduction, dans les tracés, de vibrations parasites qui les déforment et qui appartiennent en propre aux pièces diverses : embouchure, tubes, plaques ou leviers qui transmettent et inscrivent les mouvements de l'air. En supprimant ces influences nuisibles, M. Marage a obtenu des figures concordantes entre elles, soit au moyen de flammes vibrantes photographiées, soit en recourant au style traceur de Schneebeli.

L'analyse graphique faite dans ces conditions donne pour chacune des voyelles fondamentales des caractères qu'on retrouve constamment et qui montrent que certaines d'entre elles sont formées de vibrations équidistantes, tandis que pour d'autres les vibrations se groupent périodiquement deux à deux ou trois à trois.

La synthèse vérifie ces faits en reproduisant le timbre des diverses voyelles en même temps que les courbes qui les caractérisent. Dans cette synthèse l'action du larynx et celle du résonateur bucco-pharyngé ont été imitées de la façon suivante :

Une sirène électrique, dont les fentes sont tantôt équidistantes, tantôt groupées par deux ou par trois, est actionnée par une soufflerie sous une pression de quelques millimètres d'eau. Cette sirène, à elle toute seule, fait entendre le son des diverses voyelles d'une façon très reconnaissable. Mais la pureté des voyelles est sensiblement plus parfaite quand le son émis par la sirène passe par un résonateur approprié. Ce résonateur n'est

autre que le moulage en creux de la cavité buccale dans les diverses positions qu'elle prend lorsque nous prononçons les diverses voyelles.

Ces résultats, confirmés par le double contrôle de l'analyse et de la synthèse, ont vivement frappé la Commission; elle propose de décerner une partie du prix Barbier à M. le Dr **Marage**.

Rapport de M. **Potain** *sur les travaux de M.* Guinard.

M. le Dr **Guinard**, de Lyon, sous la forme d'une Thèse imprimée, a envoyé un travail très considérable ayant pour titre : *Étude pharmacodynamique de la morphine et de l'apomorphine*.

Ce travail est surtout la relation de deux cent dix expériences très soigneusement conduites dans lesquelles l'auteur a étudié les effets de la morphine et de l'apomorphine sous ses deux formes chez un grand nombre d'animaux de toute espèce. Ces expériences ont beaucoup élucidé l'action de ces deux médicaments. Elles ont montré notamment que, tandis que la morphine, agissant principalement sur le cerveau, est surtout narcotique, l'apomorphine, qui agit principalement sur la moelle, est surtout excitante et convulsivante. Elles ont montré que les divers animaux subissent très inégalement ces deux modes d'action et que la morphine, qui narcotise et fait dormir le chien, ne produit sur le porc ou la chèvre que de l'excitation. En confirmant l'action dangereuse de la morphine chez les jeunes sujets, elles ont montré pourquoi, chez certaines espèces animales, cette exagération du danger de la morphine dans le jeune âge n'existe pas.

En outre de leur action sur le système nerveux, l'auteur s'est attaché à déterminer, à l'aide des procédés les plus exacts, l'action de la morphine et de l'apomorphine sur la circulation, sur la respiration et les sécrétions. Il en a établi d'une façon très précise le degré de toxicité. Il a indiqué les cas dans lesquels l'apomorphine surtout pouvait trouver son emploi, mais aussi ses contre-indications, et les précautions nécessaires dans l'emploi de ce médicament.

Il y a une utilité très grande à préciser avec rigueur l'action des médicaments qu'on doit appliquer à l'homme. M. **Guinard** a, pour ce motif, donné à son travail toute l'ampleur et toute l'exactitude désirables. La Commission vous propose en conséquence de lui attribuer une partie du prix Barbier.

Une mention est accordée à MM. **Brœmer** et **Suis**, pour leur Ouvrage intitulé : « Atlas de Photomicrographie des plantes médicinales ».

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue; Bouchard et Potain, rapporteurs.)

La Commission, à défaut d'un travail qui mérite le prix destiné à récompenser l'auteur d'un traitement capable de guérir le choléra, a décidé de prélever sur les arrérages un prix qu'elle accorde à M. **Auclair**. La Commission accorde également sur les arrérages un prix à M. **Paul Remlinger.**

Depuis 1896, M. le Dr Auclair a entrepris des recherches sur les substances toxiques contenues dans les bacilles tuberculeux. Il a publié trois Mémoires dans lesquels il examine surtout l'action, sur les animaux, des corps gras retirés des bacilles tuberculeux. On sait, en effet, que les bacilles tuberculeux renferment 17 pour 100 de leur poids de matières grasses. M. Auclair traite ces bacilles par l'éther, le chloroforme, etc., et il en extrait des substances qu'il appelle *éthérine, chloroformine*. Ces extraits sont très complexes; ils sont formés de corps gras saponifiables et de corps analogues aux cires; plusieurs espèces chimiques en ont été retirées. M. Auclair ne distingue point entre elles; il les injecte en bloc aux animaux. Les faits les plus intéressants sont ceux observés après injection des extraits éthérés et chloroformiques dans la trachée. Dans le premier cas, M. Auclair reproduit les lésions de la pneumonie caséuse, avec formation de cavernes; dans le second, il provoque une pneumonie qui aboutit à la production de tissu fibreux. La tuberculose humaine, suivant les cas, offre les mêmes processus de nécrose et d'induration fibreuse. M. Auclair conclut que les évolutions caséuses et l'évolution fibreuse sont dues à deux poisons tuberculeux très rapprochés, mais pourtant différents, sécrétés par le bacille de Koch. « Suivant la prédominance de l'une ou l'autre toxine (sécrétion vraisemblablement prédominante suivant la qualité du terrain), les lésions de caséification ou de sclérose aboutissent à la phtisie caséeuse ou à la phtisie fibreuse ».

On pourrait faire plusieurs objections à cette interprétation, qui dépasse les résultats de l'expérience. Mais, tout ce qui a trait au bacille tubercu-

leux et aux substances élaborées par lui est si intéressant qu'il faut savoir gré à M. Auclair de s'être engagé dans ces études et de les poursuivre avec persévérance, malgré les difficultés qu'elles présentent.

M. **Paul Remlinger**, médecin-major, chef du laboratoire militaire de Bactériologie à Tunis, a adressé à l'Académie un Mémoire « Sur quelques complications rares de la dysenterie et l'association de la dysenterie à la fièvre typhoïde ». Il rapporte dix-neuf observations soigneusement recueillies de complications exceptionnelles d'hépatite non suppurée, de néphrite, d'anasarque, d'arthrite, d'épididymite, de phlébite et d'abcès de la rate. Il montre que la dysenterie, grave quelquefois par elle-même, l'est surtout par les diverses complications dont elle peut être accompagnée ou suivie.

Relativement à son association à la fièvre typhoïde, il montre qu'elle peut avoir lieu dans des conditions très différentes qui en rendent la gravité très inégale et dont il faut tenir grand compte dans le pronostic. Enfin il montre comment, dans quelles circonstances et avec quel avantage la saignée directe du foie peut être utilisée dans le traitement des congestions de cet organe qui accompagnent la dysenterie.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Lannelongue, Potain, Brouardel; Guyon, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Godard à M. le Dr **Léon Bernard** pour ses recherches sur *Les fonctions du rein dans les néphrites chroniques*.

L'auteur étudie la perméabilité rénale dans les néphrites chroniques médicales et chirurgicales, à l'aide de l'analyse chimique des urines, de la détermination de leur toxicité ainsi que de celle du sérum sanguin, et de l'élimination du bleu de méthylène; il s'attache à contrôler chacun des résultats obtenus par ces différents moyens, en les comparant soigneusement les uns aux autres.

Il a constaté que la diminution de la perméabilité rénale n'est pas un phénomène constant dans les néphrites chroniques : elle varie suivant leur forme, et les manifestations urémiques ne sont pas toujours en rapport avec le degré de l'imperméabilité rénale. Il en conclut que les phénomènes cliniques de l'urémie ne sont pas entièrement sous sa dépendance. Il essaye

de dégager parmi les symptômes urémiques, ceux qui ressortissent en propre à l'imperméabilité rénale; il se demande quelle est la part qu'il convient de faire à cette fonction si obscure du rein, dite *fonction de sécrétion interne,* ainsi qu'à l'insuffisance fonctionnelle d'autres organes que le rein.

Le travail de M. Bernard sur : *Les fonctions du rein dans les néphrites chroniques,* diffère dans ses conclusions de celles qui sont actuellement établies; il en diffère aussi dans son esprit. Il soulève des questions d'un haut intérêt physiologique et clinique. Les recherches sur lesquelles il s'appuie apportent des aperçus nouveaux, et d'intéressantes contributions pour l'étude des problèmes complexes que l'altération des fonctions rénales, dans les maladies, soumet si souvent à notre attention.

La méthode scientifique qui a dirigé M. Bernard, la persévérance et le soin avec lesquels il a pris ses observations et poursuivi ses expériences, donnent une véritable valeur à ses recherches. La Commission du prix Godard a pensé que le Mémoire de M. **Bernard** méritait ses suffrages.

PRIX PARKIN.

(Commissaires : MM. Bouchard, Brouardel, d'Arsonval, Potain, Duclaux, Guyon; Marey, rapporteur.)

Ce prix est accordé à M. **Henri Coupin** pour l'ensemble de ses travaux de Physiologie végétale. L'auteur a étudié expérimentalement les divers phénomènes de la vie des plantes au point de vue du rôle de l'acide carbonique : dans la germination, le gonflement des graines, la formation de la chlorophylle, la respiration. M. Coupin a aussi recherché l'influence toxique des principaux composés chimiques sur les végétaux. Devant l'intérêt et la précision de ces expériences, la Commission a décerné le prix Parkin à M. **Henri Coupin**.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Guyon, Lannelongue; Brouardel, rapporteur.)

Parmi les Ouvrages adressés pour le concours du prix Bellion, votre Commission en a retenu quatre.

M. le Dr **Brault**, professeur à l'École de Médecine d'Alger, a envoyé deux volumes, l'un consacré à l'hygiène et à la prophylaxie des maladies dans les pays chauds, notamment l'Afrique française; l'autre intitulé : *Traité pratique des maladies des pays chauds et tropicaux.*

Ces affections ont pour nous un intérêt particulier depuis que notre domaine colonial a pris une grande extension. Nous devons les connaître dans l'intérêt des indigènes à qui nous devons protection, des colons qui vont mettre ces territoires annexés en activité, dans l'intérêt également des habitants de la métropole dans laquelle les colons à leur retour rapportent ces maladies dont les noms ne figurent pas encore dans les matières contenues dans les plus récents traités de médecine.

Ce n'est pas une œuvre de pure compilation; M. Brault a pris une part personnelle aux découvertes qui ont éclairci une partie de cette pathologie spéciale : je citerai à côté de l'actinomycose une mycose spéciale observée en Algérie et surtout les chapitres consacrés à la pathologie animale, les filaires, la bilharioze, etc. Enfin, son étude sur le craw-craw et la maladie du sommeil.

La Commission a pensé que ce travail méritait d'obtenir un prix.

M. le Dr **Samuel Gache** a envoyé un Volume intitulé : *Les logements ouvriers à Buenos-Ayres.* Ce titre ne laisse pas entrevoir l'importance de l'œuvre. En effet, M. Gache examine successivement les législations des divers pays sur les logements insalubres, les maisons ouvrières, etc., en ayant sous les yeux les textes de lois souvent très compliquées de l'Amérique du Nord, de l'Angleterre, de l'Allemagne, de la France, de la Belgique.

Il est instructif d'étudier la diversité des solutions dont un même problème est susceptible, suivant les mœurs et les habitudes des divers pays. Il ne l'est pas moins d'assister aux efforts législatifs successifs faits dans un même pays pour arriver progressivement à l'assainissement de la maison de l'ouvrier: En Angleterre, de 1836 à 1882, plus de cinq lois ont été édictées pour arriver, avec le concours de l'opinion publique, à assainir les villes et les bourgs.

M. Samuel Gache décrit à Buenos-Ayres le quartier des Grenouilles et celui des Turcs, comme Dumesnil à Paris avait signalé la cité des Kroumirs. Comme la ville de Buenos-Ayres avait, en 1874, 220 000 habitants et qu'en 1900 elle en compte 400 000, il y a eu surpeuplement des logements ouvriers et les causes d'insalubrité se sont aggravées.

L'auteur arrive à cette conclusion, que j'avais déjà signalée pour la France

à l'Académie des Sciences, qu'une ville ne forme pas un bloc insalubre : elle a ses quartiers insalubres, ceux-ci ont leurs maisons néfastes. Ces maisons, insalubres par elles-mêmes, plus insalubres encore par la malpropreté qui y règne, sont les foyers où se cultivent les maladies et d'où elles rayonnent. Assainir la maison du pauvre n'est pas une charité sans récompense pour la famille de ceux qui ont obéi aux généreuses inspirations de leur conscience.

Votre Commission considère comme digne d'un prix le travail de M. Samuel Gache.

M. le Dr **Knopf** a envoyé un très beau volume sur les sanatoria, traitement et prophylaxie de la phtisie pulmonaire. Ce travail est inspiré par les sentiments les plus élevés, il contient le résumé de tout ce qui a été fait et écrit pour démontrer que la phtisie est contagieuse et qu'elle est curable.

Votre Commission vous propose d'accorder à ce travail une mention honorable.

M. le Dr **Jacquet**, médecin des hôpitaux, adresse à l'Académie quatre brochures : *Le péril alcoolique; L'alcool, maladie, mort; Alcool et cyclisme; La ligue rouennaise contre l'alcoolisme.*

M. Jacquet a réuni dans ces brochures les exemples les plus lamentables de l'alcoolisme pour l'individu, la famille, la commune et la nation. Ce n'est pas une compilation, l'auteur a fait œuvre personnelle dans ces recherches qui ne peuvent être qu'encouragées. L'alcoolisme et la tuberculose sont deux plaies qui nous rongent, tout effort pour les combattre est méritoire. Pour ma part, je ne puis que répéter que l'avenir appartient aux peuples sobres.

Votre Commission vous propose d'accorder une mention honorable à M. le Dr **Jacquet**.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Guyon, Lannelongue; Marey, rapporteur.)

La Commission décide qu'il n'y a pas lieu d'attribuer le prix cette année.

PRIX DUSGATE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Lannelongue, Marey; Brouardel, rapporteur.)

M. le Dr Icard adresse à l'Académie un Livre intitulé : *La mort réelle et la mort apparente,* et un manuscrit développant plus particulièrement de nouveaux procédés de diagnostic de la mort réelle et apparente.

Lors du Concours de 1895, M. le Dr Icard avait obtenu une mention honorable. Il proposait alors d'injecter sous la peau une solution dont il fallait rechercher les caractères chimiques dans les *excreta*. J'avais fait remarquer combien ce résultat était pratiquement difficile à employer. M. Icard a tenu compte de cette objection.

Pour lui, il y a mort apparente tant que la circulation persiste à un degré quelconque; parfois, et cela n'est pas contestable, les bruits et les mouvements du cœur sont affaiblis à un tel point qu'ils sont absolument imperceptibles à l'oreille et à la main.

La question est donc celle-ci : Doit-on se décourager ou persister à donner des soins quelquefois pendant trois, quatre ou cinq heures, ou bien est-on en présence d'un cadavre? La mort est-elle définitive?

M. Icard admet que, quelque faibles que soient les actes de la circulation, la diffusion d'une solution injectée sous la peau se fera dans toute l'économie. Aux substances dont il fallait chercher la présence dans le corps par des procédés chimiques M. Icard propose de substituer une solution de fluorescéine (10^{mg} par kilogramme).

L'auteur, dans des expériences multiples, a mis en état de mort apparente, par inhalation de chloroforme, des chats, des cobayes; l'injection sous-cutanée de la solution de fluorescéine a, dans les deux minutes suivantes, coloré en vert les yeux de ces animaux, et en jaune vert leurs téguments.

Le côté pratique de la question ne présente donc plus les difficultés d'analyse indiquées il y a cinq ans.

Les expériences sur les autres animaux ont montré à M. Icard que, à la dose indiquée, l'injection ne provoque aucun accident. Il pense que, pour l'homme adulte, 1^{gr} ou 2^{gr} seraient sans inconvénient, mais M. Icard ne paraît pas avoir eu l'occasion de faire cette épreuve sur l'enfant en état de mort apparente ou sur l'homme.

M. Icard propose donc un procédé nouveau pour faire le diagnostic de la mort. J'admets que l'innocuité de l'injection de fluorescéine est démontrée. Il est certain que ce procédé est entre les mains d'un médecin un moyen précieux.

Je ne fais, sur la valeur employée dans ces conditions, que deux réserves. La première est celle-ci : M. Icard admet, avec tous les physiologistes, que le cœur est l'*ultimum moriens*. Je ne m'arrête pas à cette objection que, chez le décapité, le cœur peut encore battre une demi-heure, trois quarts d'heure après la section du cou. C'est une remarque qui ne vaut que pour faire une légère restriction à la définition. Mais est-il démontré que, dans l'inhibition, qui est, par définition, l'arrêt des mouvements du cœur et de la respiration, le cœur continue à battre, même faiblement? Les expériences de l'auteur valent dans la mort apparente par le chloroforme et probablement dans d'autres cas, mais il faudrait refaire des expériences plus variées, notamment en provoquant des morts apparentes par inhibition. Il faut que ces expériences confirment les premiers résultats, sinon on risquerait de conclure de l'absence de coloration à une mort réelle, alors que la vie pourrait encore être recouvrée.

La seconde réserve est celle-ci : L'auteur admet que, lorsque le cœur bat encore, une injection contenant une solution se diffuse dans toute l'étendue du corps. Il n'en est pas toujours ainsi. En 1884, au moment de l'épidémie de choléra, on fit de nombreuses injections sous-cutanées de solution de morphine; Krishaber, frappé de ce fait que, quelle que fût la dose, il n'obtenait aucun des signes caractérisant l'absorption, me le signala et, chez deux cholériques en algidité, nous injectâmes dans le tissu cellulaire de la région épigastrique 2^{cg} de morphine. L'un mourut deux heures, l'autre trois heures et demie après l'injection. En enlevant la partie dans laquelle l'injection avait été faite, nous retrouvâmes une notable proportion de morphine. Tout ne s'était donc pas diffusé. Alors que le cœur bat encore, l'énergie de la constriction des petits vaisseaux peut donc suffire pour enrayer ou retarder l'absorption.

Malgré ces réserves, on doit reconnaître que, depuis dix ans, M. le Dr Icard a étudié très scientifiquement la question de la mort apparente, qu'il a indiqué un procédé qui peut rendre des services. Malheureusement, il ne peut être utilisé que par des médecins et la question de la mort apparente se pose surtout lorsque le malade ou le nouveau-né ne sont pas soumis à l'examen médical.

Je propose à la Commission d'accorder le Prix Dusgate à M. Icard.

Votre Commission vous propose d'accorder une mention honorable à l'auteur d'un Mémoire anonyme classé sous le n° 4 et intitulé : « Aphorismes sur les signes diagnostiques de la mort apparente et les moyens de prévenir les inhumations précipitées. »

L'auteur produit un certain nombre de formules qu'il appelle *aphorismes* et qui, si elles sont bien choisies, ne sont pas très nouvelles; puis il les développe dans des considérations intéressantes, surtout pour le rappel à la vie des enfants mort-nés.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Bouchard, Marey, Potain, d'Arsonval; Lannelongue et Edm. Perrier, rapporteurs.)

La Commission propose à l'Académie de partager le prix Lallemand entre MM. **Maurice de Fleury** et **de Nabias**.

Rapport sur les travaux de M. Maurice de Fleury, par M. **Lannelongue.**

Chargé du Rapport sur M. Maurice de Fleury, je n'ai que l'embarras du choix pour prendre celle de ses Œuvres qu'il a adressées à l'Académie qui mérite le mieux d'être mise en lumière. J'aurais pu m'arrêter sur le *Traité d'épilepsie* et de son traitement, rempli d'observations inédites, d'intéressantes études sur la circulation, sur la force dynamométrique des membres supérieurs, sur le nombre des globules du sang et leurs rapports avec les attaques du haut mal; je préfère appeler l'attention sur des œuvres plus originales, plus neuves, comme celle de la *Médecine de l'esprit ou de l'âme du criminel.*

Dans ce dernier Volume l'auteur s'est proposé pour but de rechercher dans quelle mesure les notions nouvelles sur la structure et les fonctionnements du cerveau de l'homme ont modifié les idées reçues sur le crime et le criminel.

Dans la *Médecine de l'esprit* l'auteur fait voir que la psychologie physiologique aboutit à une morale et à une thérapeutique, elles aussi utiles et efficaces. La connaissance du cerveau de l'homme mène à une Sociologie pratique puisqu'elle a pour conséquence la diminution de la souffrance, l'élargissement et le redressement de la pensée humaine, la culture et l'élévation de l'homme enfin. Ce simple énoncé suffit pour faire voir les horizons où s'est engagé M. **Maurice de Fleury**, pour montrer aussi que

ce Livre vient à son heure et qu'il est appelé à rendre de nombreux et grands services.

Rapport sur les travaux de M. de Nabias, par M. **Edmond Perrier**.

Une partie du prix Lallemand est attribuée à M. le Dr **de Nabias**, pour ses « Recherches sur le système nerveux des Gastéropodes pulmonés aquatiques », qui viennent compléter ses recherches histologiques et organologiques sur les tissus nerveux des Gastéropodes et ses « Recherches sur quelques points de la structure du cerveau des Gastéropodes terrestres » (1), honorablement mentionnées déjà par l'Académie. Dans ces divers travaux, M. de Nabias s'est proposé de rechercher si le cerveau des Gastéropodes pulmonés est divisé en régions distinctes, comme l'a signalé M. de Lacaze-Duthiers ou si c'est au contraire un organe indifférencié comme l'a depuis soutenu Böhmig. Les délicates recherches histologiques de M. de Nabias, appuyées sur d'excellentes photographies micrographiques, donnent pleinement raison à notre éminent confrère dont les recherches s'étaient cependant bornées à un examen à la loupe du système nerveux central des animaux qui nous occupent.

D'après la forme et les aptitudes à la coloration des cellules des ganglions cérébroïdes et pulmonés, M. de Nabias distingue, dans chacun des deux ganglions, les régions suivantes : 1° le *procérébron,* constitué par un amas de cellules chromatiques formant un demi-manchon autour de la partie postérieure de la commissure; 2° le *deutocérébron,* constituant la masse principale des ganglions, formé de cellules ganglionnaires ordinaires plus grandes à la périphérie qu'au centre; 3° le *noyau accessoire,* amas de cellules chromatiques formant calotte à la partie postérieure du lobe cérébro-viscéral; 4° l'*éminence sensorielle* (*lobule de la sensibilité spéciale,* de Lacaze-Duthiers), située sur le côté externe du cerveau.

Le procérébron donne naissance aux nerfs optique et tentaculaire; le noyau accessoire, au nerf de la nuque. Les nerfs sont en nombre constant; il en existe sept paires, plus un nerf impair, le *nerf pénial,* situé à droite. Dans les deux ganglions, les cellules nerveuses sont disposées avec une rigoureuse symétrie qui ne dérange pas le nerf pénial, tout au moins en ce qui concerne les *neurones géants* contenus dans les ganglions.

---

(1) *Bulletin de la Société scientifique et de la Station zoologique d'Arcachon,* 1898.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Guyon, Bouchard, Brouardel, Potain; Lannelongue, rapporteur.)

La Commission propose de donner ce prix à MM. **Nimier** et **Laval** pour leurs trois Volumes intitulés : « Les armes blanches »; « Les projectiles des armes de guerre »; « Les explosifs, les poudres ». L'œuvre de ces auteurs est complète et, il faut le dire, magistrale. Elle est en premier lieu la mise au point de toutes les questions afférentes aux sujets indiqués. En second lieu elle a été enrichie par de nombreuses expériences sur toutes les parties qui pouvaient être l'objet de recherches expérimentales. Les auteurs se sont adressés encore à toutes les sources, comme celle des complots anarchistes, qui sont de véritables et effrayantes leçons de choses, pour connaître l'intensité des dégâts matériels faits par les explosifs et l'importance des blessures résultant de l'explosion des corps doués, sous un petit volume, d'une énergie énorme. Ils ont ainsi fait voir et appris que le médecin militaire ne doit pas attendre l'expérience d'une guerre future pour être fixé sur les dangers qu'il partagera avec le soldat et sur les blessures qu'il aura à soigner, quelle que soit leur origine.

Une Mention honorable est accordée à M. **Finck** pour son travail intitulé : « Étude statistique de la syphilis dans l'armée française ».

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Van Tieghem.)

Rapport de M. **Marey** *sur un travail de M.* Pachon *intitulé : « Études sur le mécanisme cardiaque et vasculaire ».*

L'auteur admet ce fait classique que, toutes choses égales de la part de l'impulsion du cœur, le pouls est d'autant plus ample et dicrote que la tension artérielle est plus faible.

Mais en considérant les cas où l'action du cœur varie, M. **Pachon** attire l'attention sur un fait intéressant et nouveau, à savoir que si, après sa systole, le cœur se relâche brusquement, le pouls deviendra fortement dicrote, et cela d'autant plus que la pression artérielle sera plus forte. En effet, le dicrotisme étant dû à la brusque fermeture des valvules sigmoïdes et au reflux de la colonne sanguine contre ces valvules, ce reflux sera d'autant plus brusque que la décontraction ventriculaire sera plus brève, et d'autant plus énergique que la tension artérielle sera plus forte.

Ces considérations théoriques, M. Pachon les justifie au moyen d'un schéma de la circulation du sang dans lequel les choses sont combinées de façon à produire des pressions artérielles variables et des systoles à décontraction lente ou brève à volonté. Un manomètre compensateur, un sphymoscope et un explorateur du pouls adaptés à ce schéma permettent de vérifier l'exactitude de la théorie de M. Pachon.

Il reste à savoir si les systoles à décontraction brusque existent réellement sur l'homme à l'état physiologique ou dans les maladies. Tout porte à le croire, car, en certains cas, on observe un dicrotisme prononcé avec une tension forte des artères. C'est un champ nouveau qui s'ouvre à la Sémiologie clinique.

Dans une autre partie de son travail, M. Pachon recherche les variations paradoxales du dicrotisme sous les influences de la respiration et dans les diverses attitudes du corps. Si les conclusions de l'auteur ne parais-

sent pas tout à fait inattaquables, on reconnaît toutefois dans ce travail une connaissance approfondie des phénomènes mécaniques de la circulation et une sagacité digne d'éloges. Votre rapporteur a pensé que ces études méritaient à leur auteur une partie du prix de Physiologie.

Rapport sur les travaux de Mlle Joteyko; par M. **Marey.**

Melle **Joteyko** a envoyé trois Mémoires sous les titres suivants :

1° « Résistance des centres nerveux et médullaires à la fatigue »;

2° « L'effort nerveux et la fatigue »;

3° « La fatigue et la respiration élémentaire du muscle ».

Tous ces travaux présentent un intérêt réel et dénotent à la fois une grande ingéniosité dans l'institution des modes de recherches et une grande habileté dans l'exécution des expériences.

L'auteur s'est appliquée à séparer les manifestations de la fatigue dans les centres nerveux et dans les muscles, montrant que, si à la suite d'excitations électriques appliquées aux centres, on voit, au bout d'un certain temps, s'arrêter le travail musculaire, c'est à la fatigue musculaire presque exclusivement qu'est dû cet arrêt du travail. Comme preuve, si l'on interrompt la fonction du nerf moteur d'un membre pendant qu'une excitation de la moelle tétanise les autres muscles, quand ce tétanos prendra fin, il suffira de restituer au nerf moteur, temporairement paralysé, sa conductibilité nerveuse pour que le muscle qu'il anime entre immédiatement en tétanos sous l'influence des excitations de la moelle.

Sur l'homme, au moyen de l'ergographe, Mlle Joteyko a suivi les phases de la fatigue nerveuse et musculaire. Elle a vu que le travail exécuté d'une seule main diminue la force de l'autre main mesurée au dynamomètre, ce qui ne peut s'expliquer que par la fatigue nerveuse; mais dans ces cas, de même que dans ceux qni ont été cités plus haut, la fatigue du système nerveux est incomparablement moins prononcée que celle du muscle.

Étudiant enfin, dans son troisième Mémoire, les conditions de la réparation de la force musculaire après épuisement, l'auteur montre, par une série d'expériences, que cette réparation est due à l'action de l'oxygène; que sur un muscle exsangue, elle ne se produit qu'au contact d'un milieu oxygéné; qu'elle n'a pas lieu dans l'eau bouillie, ni dans une atmosphère d'hydrogène et que, dans ce dernier cas, on voit la réparation se produire et les contractions reparaître aussitôt que de l'oxygène est réintroduit dans l'atmosphère ambiante.

L'intérêt des résultats obtenus a paru à votre Commission mériter à l'auteur une partie du prix de Physiologie.

La Commission décide de partager le prix entre M. **Pachon** et M[lle] **Joteyko.**

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Marey, d'Arsonval, Chauveau, Brouardel; Bouchard, rapporteur.)

La question mise au concours pour l'année 1900 était la suivante : *Détermination des principales données anthropométriques.*

Le prix est attribué à MM. **Bergonié** et **Sigalas.**

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. Marey, d'Arsonval, Potain, Chauveau, Guyon; Bouchard, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Ed. Long** pour ses études « Sur les voies centrales de la sensibilité générale ».

Ce travail est basé sur l'anatomie normale et pathologique, la physiologie expérimentale et la clinique et a trait à l'étude des voies suivies par la sensibilité générale, depuis les racines postérieures jusqu'à la corticalité cérébrale. Il contient une étude très détaillée et très importante sur l'hémianesthésie d'origine centrale, appuyée sur 54 observations cliniques, dont 13 ont été suivies d'un examen histologique minutieux, basé sur la méthode des coupes microscopiques sériées, étudiées par les méthodes de Weigert, Pal et de Marchi.

L'auteur conclut que : 1° dans la moelle épinière, pas plus, du reste, que dans les autres parties du névraxe, il n'y a de conducteurs spéciaux pour les différents modes de la sensibilité générale : tact, douleur, température.

2° Que les conducteurs dits *centraux* — ruban de Reil et formation réticulée — s'arrêtent dans la couche optique, d'où part un troisième système allant s'arboriser dans la zone sensitivo-motrice de l'écorce.

La motricité et la sensibilité ont une seule et même représentation cor-

ticale — zone sensitivo-motrice; — quant à l'hémianesthésie par lésion des masses centrales de l'hémisphère, elle ne s'observe que dans deux conditions : 1° lorsque la couche optique participe à la lésion; 2° lorsque, la couche optique étant intacte, ses relations avec l'écorce cérébrale sont plus ou moins détruites.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Bouchard, Marey, Ranvier; Chauveau, rapporteur.)

Un prix est attribué à M. **Delezenne** pour ses « Recherches sur les substances anticoagulantes ».

Il est établi depuis longtemps (Schmidt-Mulheim) que la peptone possède la propriété de suspendre la coagulation du sang chez le chien lorsque cette substance est injectée dans les vaisseaux.

On avait vu d'autre part (Fano) que cette action de la peptone est indirecte et qu'elle relève de la formation ou de la mise en liberté, dans le plasma sanguin, d'une substance nouvelle douée de propriétés anticoagulantes directes.

Recherchant quels sont les organes intéressés dans la production de cette substance, Contejean montra le premier qu'il suffit d'isoler le foie de la circulation générale pour atténuer considérablement et souvent même pour empêcher l'action anticoagulante de la peptone. Ces données furent confirmées par Gley et Pachon, dans leurs expériences de ligature des lymphatiques du foie et d'extirpation de cet organe.

M. Delezenne, peu de temps après la publication de ces travaux, a apporté de son côté la preuve directe du rôle du foie dans l'action anticoagulante de la peptone. Il a constaté, en effet, qu'il suffit de faire circuler, à travers un foie isolé de l'organisme, une solution de peptone, pour obtenir un liquide possédant des propriétés anticoagulantes très énergiques sur le sang recueilli *in vitro*. Les circulations artificielles faites dans d'autres organes, avec cette même solution de peptone, donnent toujours, au contraire, des résultats négatifs.

L'auteur ne s'est pas borné à étudier l'intervention du foie dans l'action anticoagulante de la peptone. Il a pu généraliser cette intervention en l'étendant à toute une série d'agents qui, à l'exemple de la peptone, ne manifestent de propriétés anticoagulantes qu'en injection dans les vais-

seaux : tels le sérum du sang d'anguille, l'extrait de muscle d'écrevisse, les ferments solubles, quelques toxines microbiennes, etc.

Après ces constatations très nettes, très précises et très intéressantes, M. Delezenne a voulu étudier de plus près l'action physiologique de ces divers agents pour essayer d'en déterminer le mécanisme intime. Il s'est assuré que tous sont fortement toxiques pour les globules blancs du chien. Ajoutés au sang *in vitro* ou injectés dans le torrent circulatoire, ils produisent une leucolyse très intense. Or M. Delezenne a pu s'assurer que cette leucolyse est le *primum movens* de l'incoagulabilité du sang. Le rôle du foie, bien qu'essentiel, est subordonné à la destruction leucocytaire provoquée par les substances injectées.

En effet : 1° le foie est incapable de fournir des liquides anticoagulants lorsqu'il est soumis à une circulation artificielle de peptone, après avoir été débarrassé par le lavage du sang contenu dans les vaisseaux; 2° on obtient, au contraire, des liquides actifs si, dans ce même foie lavé, la solution peptonée est injectée avec une certaine quantité de sang ou même de lymphe provenant du chien; 3° du plasma lymphatique, autrement dit de la lymphe, privée de leucocytes et additionnée de peptone, ne donne jamais de liquides anticoagulants.

Ajoutons que cette suggestive série d'expériences, répétée avec les divers agents sus-énumérés, a toujours donné les mêmes résultats.

Il restait à en donner l'interprétation. Celle qui a été adoptée par M. Delezenne découle directement des faits. Il lui a paru logique de conclure : 1° que la peptone, le sérum d'anguille, l'extrait de muscles d'écrevisse, ne sont anticoagulants que parce qu'ils sont leucolytiques; 2° que l'intervention du foie, bien qu'absolument nécessaire à la production de l'incoagulabilité, est secondaire, en ce sens qu'elle s'exerce sur les produits d'un premier phénomène, la désintégration des globules; 3° que la substance anticoagulante contenue dans le sang de peptone est vraisemblablement d'origine leucocytaire; 4° que le foie se borne à retenir ou à neutraliser un produit antagoniste mis également en liberté par la destruction des leucocytes. Cette hypothèse, outre qu'elle est en harmonie avec ce que l'on sait déjà sur la fonction d'arrêt de la substance hépatique, s'appuie sur les faits bien connus mis en évidence par Schmidt et Lilienfeld et prouvant la présence dans les globules blancs de deux substances ayant des effets opposés sur la coagulation du sang.

De plus récentes études de M. Delezenne lui ont permis de contrôler le mécanisme qui vient d'être exposé. La découverte des sérums cytotoxiques

artificiels l'a mis en présence d'une méthode capable de confirmer les données précédentes sur le rôle de la leucocytose dans les actions anticoagulantes. Si, en effet, ces données sont bien exactes, un sérum rendu artificiellement leucolytique (sérum antileucocytaire de Metchnikoff) doit posséder des propriétés anticoagulantes indirectes et le mécanisme de son action s'identifier avec celui de la peptone.

Les vérifications expérimentales de M. Delezenne lui ont, en effet, donné les résultats qu'on était en droit d'attendre. En injectant, à plusieurs reprises, à des lapins ou à des chiens, des globules blancs de chien, il a obtenu des sérums qui suspendaient la coagulation du sang chez cet animal lorsqu'ils étaient introduits à très faible dose dans les vaisseaux.

M. Delezenne s'est assuré, d'autre part, que le processus en vertu duquel se produit alors l'incoagulabilité est le même que celui qui a été précédemment déterminé : l'intervention du foie est nécessaire; elle se démontre, dans ce cas encore, par l'obtention de liquides anticoagulants quand on soumet cet organe à des circulations artificielles de sang ou de lymphe additionnés d'une petite quantité de sérum actif.

Enfin M. Delezenne a trouvé d'autres faits confirmatifs de toutes ces données dans l'étude de l'immunité contre l'action des substances anticoagulantes. L'immunité conférée par une première injection de peptone est due à la résistance des leucocytes à la destruction. Cette résistance résulte de la formation d'une antitoxine qui protège ces éléments contre l'action leucolytique de la peptone, Il est facile de mettre ce fait en évidence en opérant *in vitro* sur des exsudats riches en globules blancs.

Ces résultats confirment et développent les expériences de Contejean, qui avaient déjà assimilé l'immunité peptonique à l'immunité contre les toxines microbiennes. Le sérum d'un animal immunisé peut, s'il est injecté à un animal neuf, le protéger contre les effets anticoagulants de la peptone (Contejean), parce qu'il renferme une antitoxine capable de neutraliser le poison des leucocytes contenu dans la peptone commerciale. Cette explication d'un fait d'une haute portée générale constitue la dernière des acquisitions importantes dues aux travaux de M. **Delezenne** dans l'étude du mécanisme de l'action des anticoagulants.

Un autre prix est décerné à M. **Nicloux** pour ses « Recherches expérimentales sur l'élimination de l'alcool dans l'organisme ».

Ce prix est donné à l'auteur pour la précision qu'il a apportée à la détermination des quantités d'alcool existant dans le sang des animaux soumis

aux divers degrés de l'ivresse après ingestion de quantités variables d'alcool.

La Commission a voulu aussi reconnaître le soin apporté dans ces recherches à l'étude du passage de l'alcool dans divers liquides de l'organisme, la lymphe, la salive, le liquide pancréatique, la bile, l'urine, le liquide céphalo-rachidien, le liquide amniotique et aussi dans le sang du fœtus.

Une mention honorable est attribuée à l'Ouvrage de M. **Roussy** : « Nouveau matériel de laboratoire et de clinique », pour les appareils nouveaux qui y sont décrits.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Marcel Bertrand, Michel Lévy, Fouqué, Gaudry ; de Lapparent, rapporteur.)

La Commission du prix Gay avait proposé le sujet de concours suivant : « Appliquer à une région de la France, ou à une portion de la chaîne alpine, l'analyse des circonstances géologiques qui ont déterminé les conditions actuelles du relief et de l'hydrographie ».

Le seul Mémoire adressé à l'Académie, celui de M. **Maurice Lugeon**, Professeur à l'Université de Lausanne et collaborateur de la Carte géologique de France, ne se contente pas de répondre à ce programme ; il le dépasse et l'élargit, au point de devenir une théorie générale de la genèse des vallées alpines.

L'auteur reconnaît, dans le système hydrographique de la grande chaîne, trois sortes d'éléments : à l'amont, des vallées internes, de direction transversale aux grands alignements montagneux ; au milieu, des vallées longitudinales, parallèles à ces alignements ; à la sortie, des vallées transversales, coupant les plis extérieurs à angle droit, comme fait le Rhône entre Martigny et le Léman.

Pour expliquer cette disposition, M. Lugeon entreprend de rétablir la *surface structurale* de la contrée, c'est-à-dire la topographie que présentait le massif alpin avant les érosions qui l'ont si profondément découpé : recherche d'autant plus délicate que les Alpes offrent la trace de plusieurs périodes de dislocation.

De longues études stratigraphiques, poursuivies par l'auteur, surtout dans la région des Beauges, lui ont permis d'établir ce fait remarquable, que l'intensité des plissements diminue de la profondeur vers la surface, d'où l'on peut inférer qu'à l'origine cette dernière devait présenter un écho affaibli des dislocations du dessous. Partant de là, M. Lugeon a su reconstituer et réaliser, par un relief en plâtre, l'allure d'une surface topographique intermédiaire, celle de la base des calcaires urgoniens, autrefois étendue en nappe continue sur la zone subalpine, et propre à donner, par ses déformations, une idée, seulement un peu exagérée, de la surface structurale cherchée.

Cette reconstitution a mis en évidence une série d'ondulations transversales qui abaissent les axes des plis principaux, et dessinent des sillons en remarquable concordance avec l'emplacement des vallées transversales de sortie. Comme, d'autre part, suivant l'axe de ces dernières, on trouve le plus souvent des vallées internes qui les prolongent, la conséquence serait que la surface, originairement peu plissée, du massif alpin a dû présenter des dépressions où se sont concentrés les cours d'eau *conséquents,* descendant vers l'extérieur en conformité de la partie générale.

Mais les affluents *subséquents* de ces émissaires, tracés suivant les affleurements de la couverture sédimentaire progressivement décapée, ont dû prendre un cours longitudinal. Favorisés par la nature meuble des terrains, ils ont gagné peu à peu en importance et, par une série de captures, ont fini par se réunir à plusieurs, engendrant ainsi la partie médiane des vallées.

Toutes les dérogations à cette règle s'expliqueraient, soit par des phénomènes d'adaptation ou de surimposition, soit par la différence que présentent les nappes charriées relativement aux plis proprement dits.

D'autre part, l'auteur insiste, en produisant à l'appui des coupes tout à fait frappantes, sur la fréquence des gorges dites *épigénétiques,* c'est-à-dire causées par le travail d'un cours d'eau qui, entravé pour un temps par une moraine, est forcé, après le départ des glaces, de creuser un nouveau lit à côté de l'ancien.

Les considérations développées dans ce Mémoire sont appuyées par une

minutieuse étude des principales vallées préalpines et subalpines. Si toutes les explications de l'auteur ne peuvent être acceptées comme définitives (et lui-même en signale à l'occasion les incertitudes), du moins doit-on reconnaître qu'il était difficile de mettre au service d'une telle étude, avec des vues générales d'une plus haute portée, une connaissance plus approfondie de la tectonique d'une région extrêmement compliquée.

Le travail de M. **Lugeon** mérite d'être compté parmi les meilleures études auxquelles la Géomorphogénie ait encore donné lieu. L'attribution du prix Gay ne saurait être mieux justifiée.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. A. Gautier, Moissan, Brouardel, Troost, Bouchard.)

La Commission décide que le prix sera partagé entre M. **A. Trillat**, d'une part, et MM. **Sévène** et **Cahen**, d'autre part.

Rapport sur les travaux de M. A. Trillat, par M. **Armand Gautier**.

C'est à M. **A. Trillat** que l'on doit les premières applications de la formaldéhyde à l'antisepsie et à l'hygiène. Ses observations commençaient déjà en 1888, à un moment où ce corps, à peine entrevu, n'était encore qu'une curiosité de laboratoire. Pourtant Büchner et Lœw remarquaient à cette époque que les vapeurs de formaldéhyde jouissent de la propriété de détruire les miasmes et d'empêcher le développement des moisissures et des plantes, mais de ces premières observations, ces savants ne tirèrent ni conclusions générales ni applications.

Dès 1890, M. A. Trillat instituait des expériences ayant pour but de déterminer la puissance antiseptique du méthylal, pour lequel il donnait en même temps un procédé de fabrication industrielle, celui que l'on utilise encore actuellement pour obtenir le produit commercial auquel

il donna le nom de *formol* (¹). Comparant le pouvoir des diverses substances stérilisantes sur les germes pathogènes les plus variés : charbon sporulé et non sporulé, bacille d'Eberth, bacille de Koch, bacilles de la putréfaction, bacilles de la bouche, *Bacterium coli commune*, etc., il établit que la puissance antiseptique de la formaldéhyde est supérieure à celle du sublimé (²). L'action du méthylal sur les liqueurs putrescibles est déjà très sensible au 50 000ᵉ.

Dès 1895, des essais de désinfection en grand des locaux contaminés furent faits à Paris, sous sa direction, à l'hôpital de la Pitié. Ils démontrèrent qu'on pouvait suffisamment stériliser par les vapeurs de formaldéhyde les surfaces de chambres ayant été habitées par des malades atteints d'affections contagieuses et celle des objets qui y ont séjourné (³).

Les essais se multiplièrent, à partir de cette époque, dans les hôpitaux, civils ou militaires, français et étrangers. A l'hôpital du Val-de-Grâce (Vaillard), dans ceux de Lyon (Trillat et G. Roux) (⁴), dans ceux de Montpellier, Lille, Paris, Nancy, Bruxelles, Berlin, Stockholm, Venise. Il fut reconnu que, quoique ne possédant pas un pouvoir puissant de pénétration, surtout à travers les tissus de laine, le contact suffisamment prolongé des vapeurs de la formaldéhyde ou du trioxyméthylène dans lequel il se transforme, pourvu que les vapeurs atteignent les substances septiques, est le meilleur moyen de stérilisation, après l'action des températures élevées, méthode inapplicable aux locaux de grande capacité. Toutefois, on remarque que les vapeurs de formol ont le double inconvénient d'une part de n'agir que très imparfaitement en profondeur, de l'autre de se polymériser en devenant rapidement moins efficaces.

Dans une autre voie, M. Trillat, en 1895, appliquait le formol, en brasserie et sucrerie, à la destruction des ferments nuisibles. Actuellement cet antiseptique, devenu peu coûteux grâce aux procédés de préparation de M. Trillat, a été, à la suite de ses recherches, employé comme désinfectant dans beaucoup de distilleries, raffineries, brasseries, vinaigreries, en raison de son action énergique sur les ferments lactique et butyrique, et

---

(¹) *Moniteur scientifique*, 1890, et *Dictionnaire de chimie* de Wurtz, 2ᵉ suppl., t. III, p. 275.

(²) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1278.

(³) *Comptes rendus*, 10 fév. 1896.

(⁴) *Ann. Inst. Pasteur*, septembre 1893.

de la propriété singulière qu'il possède d'arrêter les effets du ferment inversif alors qu'il n'agit que très peu ou pas sur les levures.

L'observation qu'il avait faite que tous les composés albuminoïdes deviennent imputrescibles en s'unissant à de très faibles doses de formaldéhyde, suggéra à M. Trillat l'idée des applications de ce corps au tannage rapide des peaux, et à quelques autres industries, rendues désormais moins incommodes pour le voisinage et plus salubres : telles sont celles de la production des objets en gélatine insolubilisée; la préparation des pansements antiseptiques; la désodorisation des ateliers où l'on traite les déchets organiques; la conservation des pièces anatomiques; la fabrication d'enduits imperméables aux gaz; la brosserie, la fromagerie, etc. Quant à la conservation des viandes, du lait et des autres aliments par le formol, M. Trillat reconnut, et fit immédiatement remarquer, qu'en conférant ainsi l'imputrescibilité aux matières alimentaires, on les rendait en même temps impropres à toute assimilation, ce qui enlève, dans ces cas, à la méthode toute valeur pratique. Toutefois, elle permet de conférer aux viandes, superficiellement touchées par les vapeurs de formol, un certain degré d'imputrescibilité qui aide à les conserver durant plusieurs semaines.

D'autre part, M. Trillat est parvenu à appliquer l'une des réactions les plus sensibles de l'aldéhyde méthylique (la production, par oxydation d'un de ses dérivés, le tétraméthyldiphénylméthane, d'une belle matière colorante bleue) à la recherche de traces de cet aldéhyde dans les liqueurs alcooliques et à la détermination d'une fraude assez commune, faite au détriment de l'État, consistant à régénérer, dans le but d'échapper aux droits de régie, les alcools dénaturés par addition de méthylène.

Nous nous bornons à mentionner seulement ici les recherches de M. Trillat appliquées à l'hygiène médicale et industrielle, laissant de côté ses autres travaux. Ils l'ont fait assez connaître pour qu'il ait été mis à la tête de l'un des services chimiques de l'Institut Pasteur.

A l'étranger, comme en France, un très grand nombre de travaux relatifs à l'hygiène, d'application industrielle et de brevets, etc., ont eu pour point de départ les observations de M. Trillat.

En améliorant les conditions sanitaires de beaucoup d'industries, en donnant des moyens relativement efficaces et prompts d'assurer la désinfection des locaux pollués par des germes morbides, au moyen de vapeurs plus actives que l'acide sulfureux et plus puissantes que le sublimé lui-

même, sans être trop dangereuses à respirer, M. A. Trillat a rendu à l'hygiène publique un service qui nous à paru mériter qu'on le choisisse comme l'un des lauréats du prix Montyon (Arts insalubres) pour 1900.

Rapport sur les titres de MM. Sévène *et* Cahen, par M. **Troost.**

Jusque dans ces dernières années le phosphore blanc était universellement employé dans la fabrication des allumettes s'enflammant par friction sur toutes les surfaces.

Cet emploi était justifié par la facile inflammation (à 60°) du phosphore blanc au contact de l'air et par la simplicité de la fabrication des allumettes correspondantes. En effet, fondu dans une dissolution de colle chaude et brassé avec elle, le phosphore blanc forme une émulsion dans laquelle il est divisé presque à l'infini, et par suite il donne une pâte homogène permettant d'obtenir des allumettes qui s'enflamment sans bruit, sans déflagration, sans risque d'explosion. Comme d'ailleurs le phosphore blanc ne peut pas brûler en dehors du contact de l'air, les allumettes offrent des garanties pour le transport, et l'ouvrier des champs, le voyageur entraîné loin des lieux habités est toujours assuré, avec quelques allumettes dans sa poche, de pouvoir se procurer de la lumière et du feu à un moment quelconque. Malheureusement la fabrication des allumettes au phosphore blanc est dangereuse; ce corps répand à la température ordinaire des vapeurs toxiques qui occasionnent des maladies graves connues sous les noms de *nécrose phosphorée* et de *phosphorisme;* elles peuvent déterminer accidentellement des empoisonnements et des incendies.

On peut éviter ces inconvénients par l'emploi du phosphore rouge, mais ce corps ne s'enflammant qu'à une température élevée (à 260°) qu'on n'obtient pas par le simple frottement, n'est pas employé seul; il lui faut le concours d'un corps comburant. Dans les allumettes dites *suédoises* ou à phosphore rouge, l'allumette est garnie d'une pâte contenant un corps comburant, du chlorate de potasse, et sur la boîte contenant les allumettes on fixe un frottoir spécial portant une pâte à phosphore rouge. L'inflammation ne peut se produire que par la friction de l'allumette sur le frottoir. On évite ainsi tout danger accidentel d'empoisonnement ou d'incendie.

Ces allumettes sont des allumettes de sûreté par excellence, mais elles ont l'inconvénient d'exiger le transport à la fois des allumettes et du frottoir; elles ne permettent pas l'usage d'allumettes isolées.

Pour éviter cette difficulté, on a réuni à la fois le corps combustible,

phosphore rouge, et le corps comburant, chlorate de potasse, sur l'allumette. Mais le phosphore rouge pulvérisé est en grains très durs, s'écrasant difficilement dans les moulins qui servent au broyage de la pâte, et se mélangeant par suite irrégulièrement au chlorate de potasse, de sorte que l'inflammabilité des allumettes est très inégale; et au moment de leur allumage, un grand nombre d'entre elles projettent des parcelles incandescentes; on dit qu'*elles crachent*. Aussi ces allumettes, tout en présentant l'avantage d'être inoffensives au point de vue hygiénique, n'ont pu être généralisées dans la pratique.

On a cherché très longtemps à substituer au phosphore blanc un corps qui présentât à peu près les mêmes avantages chimiques sans en présenter les inconvénients au point de vue de l'hygiène. Les tentatives faites dans cette voie n'aboutissaient pas.

Mais, comme les cas de nécrose phosphorée se multipliaient pendant ces dernières années, notamment dans les usines de Pantin et d'Aubervilliers, et occasionnaient à l'Administration des dépenses croissantes pour les soins à donner aux ouvriers et ouvrières atteints de phosphorisme, M. le Ministre des Finances a ouvert en 1895 un concours pour stimuler le zèle des inventeurs et a nommé une Commission dite *du phosphore* (1) pour examiner les diverses propositions de pâtes d'allumettes sans phosphore blanc. Cette commission a examiné et fait expérimenter un grand nombre d'inventions, mais jusque vers la fin de 1897 elle n'avait pu donner son adhésion à aucune des formules qui lui avaient été présentées.

Au mois de décembre 1897, M. Sévène, ingénieur en chef, et M. Cahen, ingénieur ordinaire des Manufactures de l'État, proposèrent l'emploi du sesquisulfure de phosphore P^2S^3, découvert et étudié en 1864 par notre confrère M. G. Lemoine. Ce corps se rapproche du phosphore blanc par sa facilité d'inflammation (à 95°); il se rapproche du phosphore rouge en ce qu'il n'émet pas de vapeurs à la température ordinaire et est, par suite, inoffensif au point de vue de la santé des ouvriers. Ce corps, fusible à 142°, ne se volatilise sensiblement que vers 250° et n'entre en ébullition qu'à 380°. Il est plus facile à diviser que le phosphore rouge et il forme avec la colle et le chlorate de potasse une pâte beaucoup plus homogène. Comme la nouvelle

(1) Cette Commission était composée de MM. Troost, membre de l'Institut, président; Sarrau et Schlœsing, membres de l'Institut; Dr Vallin, membre de l'Académie de Médecine; Vieille, ingénieur des Poudres et Salpêtres, et Sollier, ingénieur des Manufactures de l'État, secrétaire.

fabrication n'exige pas de modification notable aux anciens procédés employés, la Commission du phosphore en a demandé l'expérimentation en grand. Les opérations exécutées dans l'usine de Trélazé ont donné toute satisfaction aussi bien au point de vue de la préparation des allumettes qu'à celui de la qualité des produits fabriqués. Cet heureux résultat a fait adopter le sesquisulfure de phosphore successivement dans les usines de Bègles, de Saintines, d'Aubervilliers, de Pantin, d'Aix et de Marseille, c'est-à-dire dans toutes les usines de l'État. Depuis le mois d'octobre 1898, il n'est plus entré de phosphore blanc dans les manufactures françaises et aucun cas de nécrose ni aucun cas d'intoxication ne se sont produits.

Les avantages du nouveau procédé ont été appréciés à l'étranger. Il est appliqué dans les principales fabriques d'allumettes de l'Angleterre et de la Belgique. En Roumanie, on n'en emploie plus d'autre, et on profite de la très grande solubilité du sesquisulfure de phosphore dans le sulfure de carbone pour faciliter sa diffusion dans la pâte, et obtenir ainsi des allumettes dont l'inflammation est plus facile.

M. Sévène et Cahen ont donc rendu à l'hygiène industrielle un signalé service, et votre Commission est assurée d'entrer dans les vues du fondateur du prix des Arts insalubres en vous proposant d'accorder une partie du prix Montyon à MM. **Sévène** et **Cahen**.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Edmond Perrier, Filhol, de Lacaze-Duthiers, Marcel Bertrand; Albert Gaudry, rapporteur.)

M. **Antoine Fritsch**, Professeur de Zoologie à l'Université tchèque, Directeur des Collections zoologiques et paléontologiques du Musée de Prague, a débuté dans la Science par des travaux de Zoologie. En 1853, il a entrepris une *Histoire des oiseaux d'Europe,* accompagnée de 61 planches coloriées. Il a fait connaître un grand nombre d'animaux vivant en Bohême : Crustacés, Poissons, Oiseaux, Mammifères. Il a exploré aussi au point de vue zoologique la Croatie, la Dalmatie, le Monténégro.

Mais depuis une trentaine d'années, il s'est consacré surtout à la Paléontologie. Il a décrit la riche faune crétacée de la Bohême : ses Reptiles, ses Poissons, ses Crustacés, ses Céphalopodes (avec Schlœnbach). Son œuvre capitale est la *Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens,* en 4 Volumes grand in-4°, renfermant de très

nombreuses gravures dans le texte et 165 planches coloriées dont les figures ont été dessinées par l'auteur lui-même; c'est un des plus beaux ouvrages descriptifs qui aient été publiés en Paléontologie. Il renferme l'étude des fossiles que M. Fritsch a découverts dans le Permien de Pilsen, de Rakonitz, de Braunau et d'autres gisements de la Bohême.

Les Stégocéphales occupent une place prédominante dans la *Fauna der Gaskohle*. On a réuni sous ce nom des Reptiles, sans doute anallantoïdiens, qui avaient pour caractère commun d'avoir tout le dessus de leur crâne en forme de toit continu, leurs fosses temporales étant recouvertes par un post-orbitaire, un sus-temporal et un mastoïde (épiotique). M. Fritsch ne compte pas moins de 29 genres de Stégocéphales répartis entre 14 familles; peut-être quelques-uns de ces genres devront être supprimés, mais il en restera un nombre considérable. En voyant cette multitude de Reptiles primaires, on aurait pu s'attendre à en tirer plus d'informations pour l'histoire de l'évolution des Vertébrés. Il faut avouer qu'on ne suit leur parenté ni avec leurs prédécesseurs les Poissons, ni avec leurs successeurs les Batraciens des types actuels; ils jettent peu de lumière sur la genèse des membres des Vertébrés, qui a préoccupé tant de naturalistes, et sur les transformations des os du crâne, notamment sur la transition du condyle occipital double au condyle occipital simple. Malgré ces lacunes qui subsistent encore dans l'histoire de l'évolution, lacunes que M. Fritsch n'a pu que constater, l'ouvrage sur le Gaskohle présente un puissant intérêt pour les paléontologistes, car il évoque devant leurs regards étonnés tout un monde de Reptiles, les uns en forme de Salamandres, les autres en forme de Serpents, rampant, glissant sur le sol ou nageant, témoignant une fécondité et une diversité supérieures à celles que présentent de nos jours les Batraciens. Si, aux découvertes faites en Bohême, on joint celles qui sont signalées dans d'autres pays, notamment dans le Texas, la France, l'Allemagne, la Russie, il semble que le règne des Reptiles anallantoïdiens a commencé vers la fin de l'ère primaire pour avoir son apogée dans la période du Trias.

M. Fritsch a décrit aussi dix-neuf genres de Poissons du Permien de la Bohême : Dipnoe, nombreux Sélaciens, Crossoptérygiens, Actinoptérygiens. Il a fait connaître beaucoup de Myriapodes, des Arachnoïdes, des Insectes, des Crustacés. En un mot, il nous a révélé l'ensemble des êtres vivant hors de la mer sur un point du vieux monde, et, comme les animaux continentaux des ères primaire et secondaire ont été moins étudiés que les animaux marins, le travail de M. Fritsch est particulièrement original

et instructif. On juge des difficultés surmontées, lorsque l'on va à Prague voir les échantillons qui ont servi de modèles pour les figures faites en grande partie à la loupe et au microscope; la plupart des pièces les plus importantes sont très petites, endommagées par la fossilisation; il a fallu beaucoup de patience et de sagacité pour les interpréter.

Au mérite de M. Fritsch comme investigateur, il faut ajouter celui d'avoir grandement contribué à organiser le nouveau Musée d'histoire naturelle de Prague et notamment la partie la plus précieuse de ce bel établissement, le Barrandeum. On appelle ainsi la collection du Cambrien, du Silurien et du Dévonien de Bohême, formée par Barrande. Assurément nous regrettons que notre illustre compatriote n'ait pas donné cette collection au Muséum de Paris; nous devons encore nous estimer heureux qu'il l'ait léguée à un pays comme la Bohême, fidèle ami de la France, où il avait reçu une bienveillante hospitalité. M. Fritsch a marqué et mis en évidence les types si nombreux décrits par Barrande, de sorte qu'ils resteront utiles à tous les travailleurs. Sous sa direction, les vingt-deux Volumes du *Système silurien de la Bohême* ont été suivis par les Volumes sur les Cystidés (Waagen), sur les Crinoïdes (Waagen et Jahn), sur les Polypiers (Počta). Les Volumes sur les Gastropodes par Jarash Perner paraîtront d'ici à trois ans, et alors sera achevé un des plus étonnants monuments de la Science moderne.

M. **Fritsch** a donné avec une rare constance des preuves de dévouement à la science que Cuvier a fondée; nous vous proposons de lui attribuer le prix Cuvier.

Plusieurs Mémoires ont été envoyés à l'Académie en vue du prix Cuvier; nous pouvons signaler particulièrement les travaux de M. le Dr Joseph qui ont fourni des observations intéressantes pour l'histoire des Arthropodes et des Vers.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Cornu, Lippmann, Mascart, Moissan; Berthelot, rapporteur.)

La Commission a décidé d'attribuer ce prix à M. **Delépine** pour ses recherches expérimentales sur les aldéhydes, l'une des classes les plus importantes de la Chimie organique. M. Delépine s'est attaché particulièrement aux combinaisons des aldéhydes avec l'ammoniaque, lesquelles re-

présentent plusieurs groupes de dérivés, dont certains réalisent la synthèse de divers alcalis pyrogénés; et aux combinaisons des aldéhydes avec les alcools, combinaisons désignées sous le nom d'*acétals,* et dont il a étudié la statique chimique. Les dérivés des alcools polyatomiques, remarquables par leur analogie avec le sucre de canne et les sucres complexes du même ordre, sont surtout dignes d'intérêt.

Les recherches de M. **Delépine** ont été poursuivies à la fois par les méthodes chimiques ordinaires et par les méthodes thermochimiques. Elles ont compris, entre autres, des études et déterminations spéciales sur l'aldéhyde formique, générateur des sucres, et l'un des corps les plus intéressants de la Chimie organique.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Troost, Armand Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine.)

La Commission propose de partager le prix par parties égales entre MM. **Henri Gautier** et **F. Osmond.**

Rapport sur les travaux de M. Henri Gautier, par M. **Moissan.**

L'Académie avait proposé, pour le prix Vaillant de 1900, les deux questions suivantes, soit :

L'*Étude des alliages métalliques ;* soit la *Détermination précise d'un ou de plusieurs poids atomiques.*

M. **Henri Gautier** nous a remis un Mémoire sur chacun de ces deux sujets. M. Gautier s'est proposé d'étudier la fusibilité d'un grand nombre d'alliages métalliques binaires et de tracer les courbes de fusibilité correspondantes.

La forme de ces courbes, l'absence ou la présence sur celles-ci de points anguleux ainsi que le nombre de ces derniers lui ont permis de déduire de ses déterminations des résultats très intéressants sur la constitution intime des alliages métalliques. Ces alliages ne ressemblent en rien à des verres, comme on l'a pensé autrefois. Ce sont des corps cristallisés, tantôt formés par la juxtaposition des cristaux des métaux constituants (antimoine-argent), tantôt par la juxtaposition des cristaux de l'un de ces métaux avec une combinaison définie (cuivre-nickel). D'autres plus complexes seraient constitués par des mélanges isomorphes, soit que les métaux considérés

soient réellement isomorphes (bismuth-antimoine), soit qu'ils forment des combinaisons isomorphes avec l'un d'eux (zinc-argent).

En même temps que cette Étude M. Henri Gautier nous a adressé ses recherches sur la détermination du poids atomique du bore.

Parmi les corps simples, le bore a été très longtemps l'un des plus difficiles à préparer à l'état de pureté; on sait que le nombre de ses combinaisons n'est pas très élevé et que la détermination de son poids atomique laissait beaucoup à désirer.

Les chiffres dus à Berzélius, à Laurent, à Wöhler et Sainte-Claire Deville n'étaient pas très concordants et ces différences tenaient aux impuretés des composés du bore. Les méthodes plus récentes et meilleures d'Abrahall, puis de William Ramsay et miss Arton pouvaient prêter également à quelques critiques.

Pour arriver au poids atomique du bore M. Henri Gautier s'est adressé à plusieurs composés très différents tant par leurs réactions générales que par leur stabilité. Tout d'abord il a préparé du sulfure de bore absolument pur, et il l'a décomposé par l'eau. Il a obtenu un nouveau chiffre en décomposant par le chlore le borure de carbone cristallisé, obtenu au four électrique. Les deux chiffres peu différents lui permirent de fixer une première moyenne qui devait approcher de la vérité.

Il a ensuite préparé plusieurs kilogrammes de chlorure et de bromure de bore purs qu'il a soumis à des distillations fractionnées sur de l'argent en poudre pour en extraire une centaine de grammes de produits que l'on pouvait regarder comme purs. La décomposition par l'eau de ce chlorure et de ce bromure lui a donné un nouveau chiffre qui résumait une vingtaine d'expériences. Il a discuté ensuite l'erreur probable dans chaque groupe d'analyses et est arrivé ainsi au chiffre 11,01 pour poids atomique du bore.

Ces recherches étaient difficiles. M. **Henri Gautier** y a apporté une grande finesse d'expérimentateur et une méthode scientifique vraiment rigoureuse. Votre Commission vous propose donc de lui décerner pour ces deux séries de recherches la moitié du prix Vaillant.

Rapport sur les titres de M. Osmond, *par M.* **Troost.**

Un corps métallique quelconque (corps simple, alliage ou corps composé) possédant en chacune de ses parties, si petite qu'on puisse l'obtenir par des divisions mécaniques, une composition chimique constante, est

chimiquement homogène par définition, mais il ne s'ensuit pas nécessairement qu'il soit mécaniquement homogène. En effet, sous l'influence de différentes forces et notamment des tensions ou compressions que déterminent pendant le chauffage ou le refroidissement les inégalités de température de la masse, on constate à l'aide du microscope que tout corps métallique s'organise en éléments figurés qui peuvent, suivant les circonstances, être plus ou moins différenciés et individualisés.

Il en est de même, à plus forte raison, si le corps considéré n'est pas chimiquement homogène.

Les corps métalliques sont, jusqu'à un certain point, analogues aux roches, et comme l'étude des roches a donné naissance à une science spéciale, la Pétrographie, de même la connaissance exacte des métaux a exigé la création d'une science correspondante, la Métallographie microscopique.

Les métallurgistes les plus expérimentés avaient depuis longtemps reconnu l'insuffisance de l'analyse chimique, ainsi que de l'examen des cassures et des essais mécaniques, pour les renseigner sur la constitution réelle des métaux, et sur les moyens de leur communiquer les qualités les mieux appropriées à leur usage.

L'étude microscopique de la structure des métaux, et la représentation de leurs aspects par le dessin et la photographie, sont devenues l'un des modes d'investigation les plus utiles aux métallurgistes.

L'application de la métallographie microscopique à un acier de composition donnée permet en effet, au simple aspect d'une plaquette bien préparée, de dire avec une approximation suffisante :

1° A quelle température a été terminée l'élaboration mécanique (laminage ou forgeage) d'une pièce;

2° A quelle température a été pratiquée la trempe;

3° Quelle a été la vitesse du refroidissement.

En un mot, on peut reconstituer, après coup, le traitement calorifique du métal, et tous les métallurgistes qui ont conduit une fabrication savent quelle est l'importance de ces facteurs et comment leur connaissance peut expliquer certains échecs et en prévenir d'autres.

L'étude des métaux et des alliages, considérée à ce point de vue, exige encore l'emploi des méthodes de la Thermochimie, de l'Analyse immédiate, de la Cristallographie et de la Physique. C'est à cette étude que M. **Osmond**, Ingénieur des Arts et Manufactures, a, depuis 1873, consacré tous ses efforts.

Après une première tentative faite au Creusot, et en collaboration avec

M. Werth, pour ramener à un petit nombre de causes simples les multiples propriétés des fers carburés, M. Osmond s'est efforcé de continuer et de rectifier au besoin les différents chapitres de ce travail initial.

En étudiant les différentes transformations du carbone, il a été conduit à découvrir une nouvelle modification allotropique du fer lui-même.

Ce métal possède au moins trois états moléculaires :

Le fer α qui n'est stable qu'aux températures inférieures à 700° et qui jouit des propriétés connues;

Le fer β qui se forme entre 700° et 760°, en absorbant une certaine quantité de chaleur. Il a perdu les propriétés magnétiques; il est moins malléable et moins bon conducteur de l'électricité;

Le fer γ qui se forme vers 860° avec une nouvelle absorption de chaleur : il est comme le fer β dépourvu de propriétés magnétiques. Il est moins dense que les autres variétés, et plus mauvais conducteur de l'électricité.

M. Osmond a montré comment les points de transformation allotropique de ce métal étaient déplacés sur l'échelle des températures par la présence du carbone et d'autres corps étrangers, et comme de leur position, de leurs retards et de leur suppression dépendaient les qualités finales des divers aciers.

Les études micrographiques du fer et de l'acier provoquées par les publications de M. Osmond sont poursuivies par un grand nombre de métallurgistes, tant en France qu'en Angleterre, en Allemagne et aux États-Unis, et les nombreuses communications apportées sur ce sujet aux Congrès annuels de l'*Iron and Steel Institut* en Angleterre et de l'*American Institut of Mining Engineers* aux États-Unis attestent l'intérêt que leur attribuent les praticiens.

Les méthodes préconisées par M. Osmond se sont montrées fécondes pour l'étude des aciers et des alliages en général.

M. Roberts-Austen en a fait un très vif éloge au dernier *meeting* de l'Institut du Fer et de l'Acier.

M. P.-H. Dudley, le métallurgiste américain spécialement compétent dans la fabrication des rails, a, au Congrès de Chicago, rendu publiquement hommage aux services rendus à l'Industrie par les travaux de M. Osmond. Il a déclaré qu'il s'inspire de l'analyse micrographique pour rédiger ses cahiers des charges, et pour contrôler la réception du matériel des chemins de fer.

Les doctrines de M. Osmond, qui ont été le point de départ d'une révolution dans la métallurgie de l'acier, ont été très discutées, mais elles ont

résisté à la discussion, et les efforts mêmes faits un peu partout pour les attaquer ou les défendre ont été l'origine de nombreux travaux qui ont apporté leur contingent de connaissances utiles; ils ont doté l'Industrie d'alliages nouveaux et ont mieux fait connaître ceux qu'elle possédait déjà.

Tout ce qui touche au fer ou à l'acier a aussi son intérêt pour les physiciens, et M. Osmond a pu tirer de ses recherches quelques déductions applicables au choix et au traitement des aciers à aimant, et à la théorie du magnétisme, comme le rappelait M. Warburg dans son Rapport au dernier Congrès de Physique.

Votre Commission est assurée que tous les métallurgistes français et étrangers applaudiront à la désignation de M. **Osmond** comme lauréat de l'Institut (prix Vaillant).

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Berthelot, Mascart, Poincaré; Sarrau, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Ch. Frémont** pour l'ensemble des résultats qu'il a obtenus par l'application de ses méthodes et dispositifs d'essai de la résistance des métaux.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Poincaré, Schlœsing, Moissan; Mascart, rapporteur.)

Le prix est décerné à Mme **Curie**.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bouquet de la Grye, Berthelot, Hatt; Bassot, rapporteur.)

La Commission propose de partager le prix entre MM. les Capitaines **Maurain** et **Lacombe**.

Ces deux officiers viennent d'effectuer, dans la République de l'Équateur, une reconnaissance détaillée de l'arc de méridien de Quito dont la

France a résolu d'entreprendre une mesure nouvelle, avec toutes les ressources de la Science moderne, pour remplacer l'arc du Pérou déterminé en 1736 par les Académiciens Bouguer, La Condamine et Godin. MM. Maurain et Lacombe ont parcouru les Andes depuis la Colombie jusqu'au Pérou et ont réussi à former une chaîne de triangles de 6° d'étendue, dont les principales stations ont été fixées par eux en des sommets qui dépassent 4500^m d'altitude; ils ont, en outre, déterminé l'emplacement de trois bases et indiqué les stations nécessaires aux mesures astronomiques et aux déterminations de la pesanteur.

Les résultats de cette reconnaissance ont été recueillis en moins de cinq mois au prix d'efforts et de fatigues considérables; les études de MM. Maurain et Lacombe ont été consignées dans un Mémoire, accompagné de nombreux croquis, qui a été soumis au jugement de l'Académie, et a reçu la haute approbation de la Commission de l'arc du Pérou.

En accordant le prix Delalande-Guérineau à MM. **Maurain** et **Lacombe**, l'Académie témoignera de l'intérêt qu'elle porte à l'entreprise de l'arc de Quito, et donnera un précieux encouragement aux membres de la Mission définitive qui doit être constituée à bref délai.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Jordan, Maurice Levy; Berthelot, rapporteur.)

La Commission a décidé d'attribuer ce prix à MM. **P. Girod** et **E. Massénat**, auteurs d'un Ouvrage intitulé : *Les stations de l'âge du Renne dans les vallées de la Vezère et de la Corrèze,* avec 110 Planches hors texte représentant les instruments, appareils, sculptures et dessins trouvés à Laugerie Basse. C'est le fruit de trente années de recherches et de fouilles, poursuivies méthodiquement, capitales pour les études anthropologiques et géologiques en raison de la lumière qu'elles ont jetée sur l'état de civilisation relative, les industries et les produits artistiques des races humaines habitant, aux temps préhistoriques, cette région de la France, dont le climat et les animaux se rapprochaient alors de ceux qui caractérisent aujourd'hui les parties septentrionales de l'Europe.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Perrier, Van Tieghem, Guyou; Grandidier, rapporteur.)

Un des voyages les plus importants qui aient été exécutés dans l'Asie orientale est celui du comte Béla Széchenyi, accompli de 1877 à 1880, à travers les pays situés entre Chang-Haï d'un côté, le lac Koukou-Nor et Batang de l'autre. Le grand nombre des documents recueillis au cours de ce voyage a nécessité de longues études, de sorte que la publication des résultats définitifs n'a pu commencer qu'en 1893.

Cette publication comprend actuellement trois Volumes (1), dans lesquels la part la plus considérable de beaucoup revient au géologue de l'expédition, M. DE LOCZY, Professeur de Géographie à l'Université de Buda-Pesth.

On lui doit une description pleine d'intérêt de la Géographie physique de ces régions, puis des détails très circonstanciés sur leur Géologie, enfin une savante étude des fossiles recueillis.

Les travaux de M. de Loczy ont précisé la relation des chaînes de la Chine avec celles des pays voisins et mis en évidence, avec une netteté particulière, le caractère spécial de la Chine méridionale, qui, réunie au Tonkin et à l'Annam, paraît avoir formé, presque de tout temps, une *région neutre,* réfractaire aux plissements. D'autre part, les études paléontologiques de l'auteur ont apporté de grandes lumières sur la distribution des mers aux époques dévonienne et carboniférienne.

Par l'importance des résultats obtenus, comme par l'ampleur des publications qui les établissent, les travaux de M. DE LOCZY sont pleinement dignes de l'attribution du prix Tchihatchef.

---

(1) *Wissenschaftliche Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Szechenyi*, 3 vol. in-8°, 1893-1898.

PRIX HOULLEVIGUE.

(Commissaires : MM. Hautefeuille, Michel Levy, Fouqué, Marcel Bertrand ; de Lapparent, rapporteur.)

Les travaux cristallographiques de M. **Wallerant** (¹) ne constituent pas seulement un couronnement précieux pour le bel édifice doctrinal dû aux efforts successifs des Haüy, des Bravais et des Mallard. Il en ressort comme une conception nouvelle et plus harmonieuse, à coup sûr inspirée des travaux de ces illustres Maîtres, mais exempte des objections qui les ont fait rejeter par beaucoup de minéralogistes, et remarquable par la simplicité avec laquelle elle groupe, en les ordonnant, nombre de faits qui pouvaient passer jusqu'ici pour des anomalies.

Le point de départ de la doctrine de M. Wallerant est une manière neuve et féconde d'envisager les conditions des édifices mériédriques. On avait admis jusqu'à présent que chaque corps, en cristallisant, devait nécessairement choisir celui des réseaux qui avait le plus d'éléments communs avec la symétrie propre de sa particule. L'auteur élimine hardiment cette restriction, et pose en principe qu'un polyèdre moléculaire quelconque, en dehors de ceux que gouvernerait la symétrie sénaire, peut se trouver dans des conditions qui lui permettent de s'accommoder d'un réseau cubique.

Cela conduit immédiatement à soupçonner que, chez presque tous les corps, sinon tous, il doit exister des directions de lignes et de plans qui jouent, à des degrés d'approximation divers, le rôle d'*éléments-limites* de symétrie cubique.

Cette notion de *symétrie-limite*, que Mallard avait déjà fait ressortir avec éclat, devient, pour M. Wallerant, la condition universelle et déterminante de tous les groupements de cristaux, c'est-à-dire des *macles*, ce mot étant pris dans sa plus grande généralité.

Quand un cristal est empêché de se constituer à l'état d'individu homogène, chacun des éléments de symétrie-limite sert d'appui, par simple raison d'équilibre mécanique, à une juxtaposition d'individus cristallins qui

(¹) Voir *Théorie des anomalies optiques*, etc., dans le *Bulletin de la Soc. française de Minéralogie*, novembre 1898, et *Groupements cristallins* dans le Recueil *Scientia*, n° 6, décembre 1899.

se distinguent par une légère différence dans l'orientation de leurs particules. Et il devient facile de calculer d'avance, pour chaque groupe donné de symétrie, le nombre des combinaisons susceptibles de se produire.

M. Wallerant a appuyé son hypothèse sur une ingénieuse analyse des macles connues; et cette analyse, non seulement lui a permis de les faire rentrer toutes sous une loi commune, mais lui a fourni par surcroît la justification de certains groupements inexpliqués.

Remarquant d'ailleurs que les macles sont d'autant plus fréquentes qu'il y a plus de désaccord entre la symétrie d'une particule et celle du réseau cristallin choisi, l'auteur n'a pas manqué de faire ressortir que toute macle, par la symétrie qu'elle fait naître, dénote un effort vers la conquête d'une plus grande stabilité. De la sorte, le principe fécond de la moindre action se montrerait partout, comme il semble que cela doive être, à la base des propriétés de la matière cristallisée.

Par sa théorie, d'une part, M. Wallerant élimine d'un seul coup toutes les *anomalies optiques,* qui apparaissaient à ce titre, soit parce qu'on avait fait erreur sur la vraie symétrie de certains cristaux, soit parce qu'on s'était habitué à établir, entre le réseau et la symétrie optique, une relation qui n'est réalisée que quand la particule cristalline s'y prête. D'autre part, la nouvelle synthèse, appuyée sur des expériences bien conduites, a éclairé d'une vive lumière une partie des phénomènes de l'isomorphisme et du polymorphisme, où l'auteur a fait utilement intervenir la considération, due à M. Schoenfliess, des *domaines fondamentaux*.

En résumé, et bien que son caractère essentiellement théorique puisse l'exposer au danger qui menace tout essai de représentation des phénomènes physiques, à savoir de devenir à son tour insuffisant en présence de difficultés nouvelles, l'œuvre de M. **Wallerant** nous paraît de nature à faire époque dans l'histoire du développement des doctrines cristallographiques. Elle ajoute une page brillante à un ensemble de travaux où la Science française s'est particulièrement illustrée, et, à ce titre, elle mérite l'importante distinction que la Commission propose d'accorder à l'auteur.

PRIX BOILEAU.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Sarrau, Léauté, Marcel Deprez; Boussinesq, rapporteur.)

Le but de ce nouveau prix est d'encourager et de hâter les progrès de l'Hydraulique, c'est-à-dire de l'Hydrodynamique des fluides réels. Il n'a pas été présenté de travail paraissant remplir les conditions requises. Votre Commission, s'inspirant des intentions du donateur pour le cas où le prix ne serait pas décerné, propose à l'Académie d'en partager la valeur entre trois jeunes savants dont les Thèses de doctorat, publiées depuis moins de huit ans, ont étendu à des titres divers nos connaissances sur le mouvement des fluides. Ce sont :

M. **Sautreaux**, Professeur au lycée de Grenoble, dont la thèse, de 1893, est relative au difficile problème de la *Forme des veines liquides;*

M. **Jules Delemer**, à Lille, auteur, en 1895, d'une thèse *Sur le mouvement varié de l'eau dans les tubes capillaires cylindriques, évasés à leur entrée, et sur l'établissement du régime uniforme dans ces tubes ;*

M. **Nau**, qui a publié et soutenu, en 1897, une thèse intitulée *Formation et extinction du clapotis,* et qui a traduit en outre du syriaque plusieurs ouvrages intéressant l'Histoire des Sciences, notamment le traité *Sur l'astrolabe plan* de Sévère Sabock et le *Cours d'Astronomie* de Bar Hébræus.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Moissan, Gautier, Lemoine, Ditte; Troost, rapporteur.)

La Commission a décidé de partager en trois parties le prix Cahours, et d'attribuer parties égales à MM. **Mouneyrat** et **Metzner** et une subvention à M. **Defacqz.**

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Marey, Moissan, Bouquet de la Grye, Lœwy ; Cornu, rapporteur.)

La Commission est d'avis d'accorder le prix Saintour à M. **Deburaux** pour encourager ses recherches sur l'aérostation au long cours, basée sur l'emploi d'un guide-rope spécial et l'utilisation des courants atmosphériques réguliers.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Macaux**, entré, en qualité d'Élève Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est décerné à MM. **Macaux** et **de Schlumberger**, entrés les deux premiers en qualité d'Élèves Ingénieurs à l'École nationale des Mines; et MM. **Martinet** et **Hardel**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1901, 1902, 1903 ET 1904.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1902.)

L'Académie met au concours, pour le grand prix des Sciences mathématiques de 1902, la question suivante :

Perfectionner, en un point important, l'application de la théorie des groupes continus à l'étude des équations aux dérivées partielles.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er octobre 1902; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1902.)

L'Académie met de nouveau au Concours, pour le prix Bordin de 1902, la question suivante :

Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1902; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCŒUR.

Ce *prix annuel*, de *mille francs*, sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

PRIX MONTYON (MÉCANIQUE).

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *sept cents francs*, est fondé en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

PRIX PLUMEY.

Ce prix, de *deux mille cinq cents francs*, est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ». Il sera décerné au travail le plus important qui sera soumis à l'Académie sur ces matières.

PRIX FOURNEYRON.

Une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français a été léguée à l'Académie, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours pour sujet du prix Fourneyron, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1901, la question suivante :

Étude théorique ou expérimentale des turbines à vapeur.

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1901.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

Ce prix, d'une valeur de *cinq cent quarante francs*, doit être attribué *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie. Il sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

PRIX DAMOISEAU.

L'Académie met au concours, pour l'année 1902, la question suivante :

Compléter la théorie de Saturne donnée par Le Verrier, en faisant connaître les formules rectificatives établissant l'accord entre les observations et la théorie.

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1902.

PRIX VALZ.

Ce prix, d'une valeur de *quatre cent soixante francs*, sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce *prix biennal*, qui consiste en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1902.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux

progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Un généreux anonyme a offert à l'Académie une somme de *quinze cents francs*, destinée à encourager les calculateurs de petites planètes, spécialement de celles découvertes à l'observatoire de Nice. La Section d'Astronomie est chargée de trouver le meilleur emploi de cette somme.

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE.

M. Louis La Caze a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences,* en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans,* à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie.* Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie,* que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique,* l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie.* Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie,* distribués *tous les deux ans,* à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront*
» *concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en*

» *totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les Sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

L'Académie décernera, dans sa séance publique de l'année 1901, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1127 et 1138.)

PRIX GASTON PLANTÉ.

Ce *prix biennal* sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance annuelle de 1901.

Le prix est de *trois mille francs*.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

Ce *prix triennal*, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1901, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (STATISTIQUE).

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *dix mille francs*, est destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

L'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1125.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

M[me] V[ve] Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger*, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné dans la séance publique de l'année 1901.

PRIX FONTANNES.

Ce prix sera décerné, *tous les trois ans, à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*.

L'Académie décernera le prix Fontannes en 1902.

Le prix est de *deux mille francs*.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

Grâce aux explorations récentes de l'Asie centrale, les plantes de cette région sont beaucoup mieux connues et les documents réunis dans nos collections fournissent les éléments d'une étude comparative des diverses flores alpines du monde ancien. Les résultats qu'on peut espérer de cette étude seraient d'un grand intérêt. C'est dans le dessein de la provoquer que la Commission chargée de proposer une question pour le prix Gay qui sera distribué en 1901, a mis au concours la question suivante :

Faire connaître la distribution des plantes alpines dans les grands massifs montagneux de l'ancien monde. Indiquer les régions où se trouvent réunies le plus grand nombre d'espèces du même groupe. Établir la diminution graduelle de l'importance de chacun de ces groupes dans les autres régions. Rechercher les causes anciennes ou actuelles susceptibles d'expliquer, dans une certaine mesure, la répartition de ces plantes alpines.

Ce prix est de *deux mille cinq cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1901.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1902.)

L'Académie met au concours pour sujet du prix Gay, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1902, la question suivante :

Progrès réalisés au XIXe siècle dans l'étude et la représentation du terrain.

Ce prix est de *deux mille cinq cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1902.

BOTANIQUE.

PRIX BORDIN.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1901, la question suivante :

Étudier l'influence des conditions extérieures sur le protoplasma et le noyau chez les végétaux.

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1901; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX DESMAZIÈRES.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *seize cents francs*, sera décerné « à » l'auteur, *français ou étranger,* du meilleur ou du plus utile écrit, publié » dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Crypto- » gamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la tota-

lité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique*.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1901, les prix Montagne, qui seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*, aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français*.

PRIX DE LA FONS MELICOCQ.

Ce prix sera décerné « *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique* » *sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du* » *Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1901, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux cents francs*, sera décerné « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 1133.)

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1901, au meilleur travail sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES.

Ce *prix décennal,* d'une valeur de *dix-sept cents francs,* sera décerné dans la séance annuelle de 1903, à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture de France.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours pour l'année 1901 la question suivante :

Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leur reproduction.

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1901.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir
» de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je
» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie,

» *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *treize cents francs*.

PRIX DA GAMA MACHADO.

L'Académie décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1903.

PRIX THORE.

Voir page 1131.

Ce prix, d'une valeur de *deux cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1902, au meilleur travail sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

PRIX BARBIER.

Ce prix, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné à « celui qui » fera une découverte précieuse dans les *Sciences chirurgicale, médicale,* » *pharmaceutique*, et dans la *Botanique ayant rapport à l'art de guérir* ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1901.

PRIX BRÉANT.

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce

prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *mille francs*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année suivante. »

PRIX SERRES.

Ce *prix triennal* « *sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible* » *à la Physiologie et à la Médecine* » sera décerné en 1902 par l'Académie au meilleur Ouvrage que'lle aura reçu sur cette importante question.

Le prix est de *sept mille cinq cents francs*.

PRIX CHAUSSIER.

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans la séance annuelle de 1903, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

PRIX PARKIN.

Ce *prix triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus » particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans » le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies » épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des » ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix dans sa séance publique de 1897, en continuera l'attribution, pour se conformer au vœu du testateur, en l'annee 1903.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Ce *prix annuel* sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages* » *ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amé-* » *lioration de l'espèce humaine* ».

Le prix est de *quatorze cents francs*.

PRIX MÈGE.

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours*.

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1901.

PRIX DUSGATE.

Ce *prix quinquennal*, d'une valeur de *deux mille cinq cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1905, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX LALLEMAND.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *dix-huit cents francs*, est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

PRIX DU BARON LARREY.

Ce prix sera décerné *annuellement* à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Le prix est de *mille francs*.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

L'Académie décernera *annuellement* un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1125.

PRIX POURAT.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1901, la question suivante :

Sur le refroidissement dû à la contraction musculaire. Détermination expérimentale des contractions et du mécanisme intime de ce phénomène.

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1901.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1902.)

La question mise au concours pour le prix Pourat, en 1902, est la suivante :

Étude comparative du mécanisme de la respiration chez les Mammifères.

Le prix est de *quatorze cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1902.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Ce *prix biennal*, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1902.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1902.

PRIX PHILIPEAUX.

Ce *prix annuel* de Physiologie expérimentale, de la valeur de *huit cent quatre-vingt-dix francs*, sera décerné dans la prochaine séance publique.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

L'Académie, dans sa séance du 26 novembre 1900, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie de Lavoisier.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX CUVIER.

Ce prix est décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le Règne animal, soit sur la Géologie.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier,* dans sa séance publique annuelle de 1903, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1901 jusqu'au 1er juin 1903.

Le prix est de *quinze cents francs*.

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1902.)

L'Académie a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle a mis au concours, pour l'année 1902, la question suivante :

Étude de la faune d'une île antarctique de l'océan Indien.

Le prix est de *quatre mille francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1902.

PRIX WILDE.

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*, qui a été convertie en rente 3 pour 100 sur l'État français. Les arrérages de ladite rente sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un *prix annuel* de *quatre mille francs*, qui porte le nom de *Prix Wilde*.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de

récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix, d'une valeur *annuelle* de *onze cents francs*, est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

L'Académie, dans sa séance publique annuelle, accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant, ingénieur, artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *trois mille huit cents francs*, est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Ce *prix biennal*, d'une valeur de *mille francs*, sera décerné en 1902 « *au* » *voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de* » *services à la France ou à la Science* ».

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la

somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.
» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1901.

PRIX JÉROME PONTI.

Ce *prix biennal*, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1902.

PRIX PETIT D'ORMOY.

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1901.

PRIX LECONTE.

Ce prix, d'une valeur de *cinquante mille francs*, doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité* :

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;
2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1901.

PRIX TCHIHATCHEF.

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré- » compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement, » le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront » ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque » où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre*

» *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre-
» prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des » œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchihatchef, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1901.

Le prix est de *trois mille francs*.

PRIX BOILEAU.

Ce *prix triennal*, d'une valeur de *treize cents francs*, est destiné à récompenser les recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, à titre d'encouragement, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau dans sa séance annuelle de 1903.

PRIX HOULLEVIGUE.

M. Stanislas Houllevigue a légué à l'Institut *cinq mille francs* de rentes 3 pour 100, à l'effet de fonder un *prix annuel* qui portera son nom et sera décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera le prix Houllevigue dans la séance publique annuelle de 1902.

PRIX CAHOURS.

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année,* à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Le prix est de *trois mille francs.*

L'Académie des Sciences décernera le prix Cahours, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1901.

PRIX SAINTOUR.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *trois mille francs,* dans sa séance annuelle de 1901.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

M. Estrade-Delcros, par son testament en date du 8 février 1876, a légué toute sa fortune à l'Institut. Le montant de ce legs devra être partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans,* un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie.*

Ce prix, de la valeur de *huit mille francs,* sera décerné par l'Académie des Sciences, dans sa séance publique de 1903.

Ce prix ne peut être partagé.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

Le prix Jean-Jacques Berger, de la valeur de *quinze mille francs,* à décerner successivement par les cinq Académies à l'OEuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris, sera attribué, par l'Académie des Sciences, en 1904.

PRIX BARON JOEST.

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, sera attribué à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

Ce prix, de la valeur de *deux mille francs*, sera décerné par l'Académie des Sciences, pour la première fois, dans sa séance publique de 1901.

PRIX PIERRE GUZMAN.

Mme *Clara Goguet*, veuve *Guzman*, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman*, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le *prix quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, pour la première fois en 1905.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Ce *prix*, qui est *annuel* et dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs*, sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n°s 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les Ouvrages destinés aux divers concours de l'Académie doivent être directement adressés par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel ils sont présentés.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de deux exemplaires.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de chaque concours serait fixée au *premier juin* de l'année dans laquelle doit être jugé ce concours.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **BERTHELOT**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur la vie et les travaux de M. **FÉLIX-CHARLES NAUDIN**, Membre de l'Institut.

M. B. et G. D.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 17 DÉCEMBRE 1900.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1900.

GÉOMÉTRIE.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1901, 1902, 1903 *et* 1904.

GÉOMÉTRIE.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

BOTANIQUE.

ÉCONOMIE RURALE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1901, 1902, 1903 ET 1904.

1901

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

PRIX FOURNEYRON. — Étude théorique ou expérimentale sur les turbines à vapeur.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX LA CAZE. — Décernés aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physiologie, de la Physique et de la Chimie.

PRIX GASTON PLANTÉ. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

PRIX KASTNER-BOURSAULT. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX GAY. — Faire connaître la distribution des plantes alpines dans les grands massifs montagneux de l'ancien monde.

PRIX BORDIN. — Étudier l'influence des conditions extérieures sur le protoplasme et le noyau chez les végétaux.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étudier la biologie des Nématodes libres d'eau douce et humicoles et plus particulièrement les formes et conditions de leur reprood(uctin.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX BELLION, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX DU BARON LARREY. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à

l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Pourat. — Sur le refroidissement dû à la contraction musculaire. Détermination expérimentale des contractions et du mécanisme intime de ce phénomène.

Prix Philipeaux. — Physiologie expérimentale.

Médaille Arago. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Médaille Lavoisier. — Cette médaille sera décernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix H. Wilde.

Prix Cahours. —Décerné, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Prix Tchihatchef.— Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix Baron de Joest. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

Prix Saintour.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Tremont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Prix Rivot. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1902

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner en un point important l'application de la théorie des groupes continus à l'étude des équations aux dérivées partielles.

Prix Bordin. — Développer et perfectionner la théorie des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.

Prix Damoiseau. — Compléter la théorie de Saturne donnée par Le Verrier, en faisant connaître les formules rectificatives établissant l'accord entre les observations et la théorie.

Prix Janssen.

Prix Martin-Damourette.

Prix Vaillant. — Étudier la faune d'une île antarctique de l'océan Indien.

Prix Gay. — Progrès réalisés au xixe siècle dans l'étude et la représentation du terrain.

Prix Delalande-Guérineau.

Prix Pourat. — Étude comparative du mécanisme de la respiration chez les Mammifères.

Prix Jérome Ponti.

Prix Houllevigue.

Prix Thore. — (Zoologie.)

Prix Fontannes. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix Serres. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

1903

Prix Parkin. — Destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants : 1° sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou

gaz acide carbonique dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies; 2° sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

Prix Da Gama Machado. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Boileau.

Prix Chaussier. — Sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Estrade-Delcros.

Prix Bigot de Morogues.

1904

Prix J.-J. Berger. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 DÉCEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LEVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *P. Painlevé*, dans la Section de Géométrie, en remplacement de M. Darboux, élu Secrétaire perpétuel.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. **Painlevé**, sur l'invitation de M. le Président, prend place parmi ses Confrères.

MARÉES. — *Formules et Tables pour calculer les heures et hauteurs des pleines et basses mers, connaissant les hauteurs d'heure en heure.* Note de M. E. **Guyou.**

« La méthode de l'analyse harmonique permet d'obtenir, soit par le calcul, soit par un relevé sur des courbes tracées par une machine spéciale, les hauteurs de la marée pour les vingt-quatre heures rondes de la journée.

» Les heures et hauteurs des pleines et basses mers pourraient de même, dans le cas où l'on fait usage de la machine, être relevées sur les courbes; mais cette opération occasionnerait encore un surcroît de travail assez important. D'un autre côté, dans le cas où les hauteurs d'heure en heure sont déterminées par le calcul, il ne serait pas possible d'obtenir ces heures et hauteurs des pleines et basses mers sans une grande complication des opérations.

» Ces résultats peuvent se déduire très aisément de la Table des hauteurs horaires par les formules suivantes :

» H_1, H_2, H_3 sont trois hauteurs horaires consécutives; H_2 est supposée plus grande que H_1 et H_3; nous l'appellerons la *hauteur approchée de la pleine mer;* l'heure ronde T_2 correspondante sera l'*heure approchée;* enfin H et T seront respectivement la hauteur et l'heure exactes cherchées.

» En posant

$$H_2 - H_1 = a,$$
$$H_2 - H_3 = b,$$

on a

$$T - T_2 = \frac{a-b}{a+b} \times 30, \text{ en minutes,}$$

et

$$H - H_2 = \frac{1}{8}\frac{(a-b)^2}{a+b}.$$

» Ces mêmes formules sont applicables aux basses mers, en changeant, bien entendu, les signes des différences de hauteurs.

» Ces formules peuvent aisément être réduites en Tables en prenant les différences a et b comme arguments. Une Table construite sur ce principe vient d'être insérée dans l'*Annuaire des marées pour* 1901, publié par le Service hydrographique de la Marine sous la direction de notre Confrère M. Hatt. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les origines de la combinaison chimique. Union de l'argent avec l'oxygène;* par M. **Berthelot**.

« La formation directe des oxydes d'argent a fait l'objet de bien des expériences et donné lieu aux opinions les plus singulières. Il y a quelques années on enseignait que cette oxydation n'a pas lieu aux températures inférieures au rouge, mais qu'elle se produirait vers les températures de 2000°, développées au contact du gaz tonnant.

» D'après les études plus approfondies des dernières années, ces deux opinions paraissent également erronées. En effet, MM. Le Chatelier (¹) et Guntz (²) ont reconnu que la formation de l'oxyde d'argent a lieu dès les températures de 300° et 358°, mais à la condition d'opérer sous des pressions d'oxygène suffisantes : 49^{atm} à 358° (avec formation de Ag^4O), 10^{atm} à 15^{atm} vers 300°. Cette formation s'accomplit d'ailleurs entre les limites des températures de dissociation, précisément comme celle du sulfure de carbone d'après mes anciennes expériences (³).

» Quant à l'existence et à la formation de l'oxyde d'argent vers 2000°, elles sont purement hypothétiques. En fait cet oxyde n'apparaît sous forme définie qu'après le refroidissement brusque de la vapeur du métal, extrêmement divisée et condensée dans une atmosphère d'oxygène, c'est-à-dire après avoir traversé tout l'intervalle de températures où la combinaison exothermique de l'argent avec l'oxygène s'accomplit normalement, ainsi qu'il vient d'être dit (⁴). C'est toujours la même illusion, qui consiste à admettre qu'un composé, produit dans un système dont les différentes régions sont portées à des températures inégales, a été formé à la température la plus élevée; tandis qu'il se manifeste seulement dans les points où la température a été abaissée jusqu'à un degré compatible avec la sta-

---

(¹) *Bulletin de la Société chimique,* 2ᵉ série, t. XLVIII, p. 344; 1887.

(²) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 996; 1899.

(³) *Annales de Chimie et de Physique,* 4ᵉ série, t. XVIII, p. 168; 1869.

(⁴) Les expériences faites avec le gaz tonnant comportent une cause d'erreurs inévitables d'une autre nature : car dans ces expériences réalisées au contact de l'azote de l'air, il y a toujours formation d'une certaine dose d'acide azotique, qui attaque l'argent pendant le cours même de l'expérience.

bilité ordinaire et normale du composé. Ajoutons en outre que les différentes régions du système affectent ces extrêmes inégalités de température qui déterminent la formation des champs électriques et, par conséquent, l'intervention de l'effluve, développée particulièrement dans les couches gazeuses déjà refroidies. La formation bien connue de l'oxyde d'argent, à la surface même d'une lame d'argent froide, soumise à des décharges et étincelles électriques directes, comporte particulièrement cette signification : j'ai insisté récemment ([1]) sur les phénomènes chimiques attribuables aux énergies mises en jeu par les réactions de ce genre.

» Dans ces derniers temps j'ai exécuté plusieurs expériences qui me paraissent de nature à apporter une nouvelle lumière sur les origines mêmes de la formation et de la décomposition de l'oxyde d'argent. Voici les faits :

» Je prends de l'argent battu, en feuilles minces, j'en vérifie la pureté, puis j'introduis un poids connu de ce métal, compris entre 1^{gr} et $0^{gr},200$, dans un tube de verre dur, d'une capacité voisine de 40^{cc} à 50^{cc}; j'effile l'extrémité de ce tube et je le remplis, par déplacement, avec un gaz sec, tel que : oxygène, air, hydrogène, azote, oxyde de carbone, acide carbonique, vapeur d'eau; je plonge le tube dans de l'eau, afin d'en amener la température à un degré parfaitement connu; je mesure exactement la pression, et je ferme l'effilure subitement, à l'aide d'un trait de chalumeau. Puis je chauffe pendant quelques heures le tube à une température telle que 100°, 200°, 300°, ou 500° à 550°, températures auxquelles le verre employé ne subissait aucune déformation.

» Cela fait, je ramène le tube à une température déterminée, j'en casse la fine pointe sur l'eau, ou sur le mercure, suivant les cas, et je détermine la variation du volume du gaz qu'il renferme, mesuré sous une pression et à une température connue. Il est facile de vérifier ainsi si le gaz contenu dans le tube a éprouvé quelque absorption. On en fait ensuite l'analyse complète sur le mercure, par les procédés connus.

» I, II, III. Oxygène pris sous la pression ordinaire et argent, renfermés dans un tube scellé et chauffés à une température comprise entre 500° et 550° pendant deux heures, vingt heures, vingt-trois heures. Le tube était enveloppé d'une toile métallique, disposé horizontalement et chauffé d'une

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 772; 1900.

façon à peu près uniforme sur les brûleurs de forme spéciale que j'ai décrits (¹).

» Il se développe ainsi des réactions de plus en plus prononcées, en raison de la durée de l'expérience. Dès la première vue, on reconnaît que l'argent a perdu par places son brillant, qu'il est devenu mat, désagrégé et en partie converti en une poussière blanche, ou plutôt blanc jaunâtre, formant des masses d'apparence lanugineuse, lesquelles se sont accumulées à la partie inférieure du tube horizontal. Cette matière, extraite du tube et examinée au microscope, a été reconnue constituée par des filaments, poussières et granules excessivement ténus, et qui ne paraissent pas cristallisés, autant que permettent d'en juger leur état de finesse et leur opacité.

» Lorsqu'on a délayé cette matière dans de l'acide acétique étendu et froid, en l'y laissant séjourner pendant quelques minutes, on obtient un liquide légèrement opalescent et qui demeure tel après filtration. En y ajoutant alors un peu d'acide chlorhydrique, la liqueur prend une coloration bleu violacée, plus ou moins prononcée; ce qui est un caractère connu des sels d'oxyde argenteux.

» J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie quelques-uns de ces tubes, ainsi que d'autres dans lesquels l'argent a été chauffé comparativement dans une atmosphère d'azote, ou d'acide carbonique, ou dans une atmosphère de vapeur d'eau, sans éprouver d'altération.

» Dans le tube à oxygène, le gaz a subi une certaine diminution de volume, plus considérable au bout de vingt-trois heures et de vingt heures qu'au bout de deux heures, laquelle s'élevait à quelques millièmes du volume initial dans mes essais. D'après les mesures, l'oxygène ainsi absorbé représenterait l'existence finale de 1 à 2 centièmes du poids de l'argent employé, à l'état supposé du sous-oxyde Ag^4O; je donne ces chiffres à titre d'indication, mais sans insister sur leur valeur absolue, laquelle varie d'ailleurs suivant les conditions des expériences, ainsi que je le dirai tout à l'heure. En tout cas, la masse de l'argent désagrégé au sein des tubes est

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LVI, p. 214 (1859). Ces brûleurs fournissent des températures beaucoup plus régulières et faciles à régler que les becs à gaz des grilles à analyse généralement usitées. Ils comportent l'emploi de tubes de verre pleins d'air, juxtaposés aux tubes mis en expérience, et dont on scelle la pointe au moment où l'on veut connaître la température approchée à laquelle ces tubes sont soumis.

très supérieure à celle qui répondrait aux poids précédents; elle paraît constituée par un mélange du métal libre avec une proportion beaucoup plus faible d'oxyde. L'expérience III a été répétée plusieurs fois.

» IV. Cette expérience a été encore reproduite avec un parallélépipède d'argent très pur, donné par M. Le Chatelier, taillé dans un petit bloc et dont une face avait été, au préalable, rendue brillante par un polissage très soigné. Après chauffage, en vase clos, vers 500° à 550° avec l'oxygène sec, pendant plusieurs heures, cette face s'est trouvée dépolie et recouverte d'un léger enduit pulvérulent blanc jaunâtre, qui témoignait d'une oxydation semblable à celle des essais précédents.

» V, VI. *Air et argent.* — Plusieurs expériences semblables ont été exécutées entre 500° et 550° avec des tubes remplis d'air. Les résultats ont été pareils à ceux observés avec l'oxygène pur : c'est-à-dire qu'il y a eu également désagrégation de l'argent, formation de filaments et poussières lanugineuses, d'apparence amorphes, d'oxyde argenteux, enfin absorption sensible, quoique très faible, d'oxygène, etc.

» VII. L'altération de l'argent peut même être reconnue, quoique plus difficilement, en opérant à l'air libre, avec des feuilles de ce métal placées dans la partie centrale d'un tube de verre dur, ouvert aux deux bouts. On chauffe cette partie centrale sur une lampe d'émailleur aussi fortement que possible, c'est-à-dire jusqu'à fusion du verre. Certaines portions de l'argent en lames minces se collent alors au verre et s'oxydent, en formant un composé jaune (silicate d'argent?), fondu et qui demeure adhérent au verre après refroidissement. Une autre portion du métal manifeste par places la désagrégation lanugineuse signalée dans les essais précédents.

» VIII, IX. J'ai répété les mêmes expériences avec l'oxygène humide et avec l'air humide, c'est-à-dire en introduisant quelques gouttes d'eau dans les tubes qui contiennent l'argent. Dans ces conditions, l'altération du verre intervient; il se forme au contact du verre une couche jaune du composé susindiqué (silicate?); en même temps la désagrégation de l'argent est plus notable. L'absorption de l'oxygène est alors plus considérable que dans les gaz secs. Par exemple, j'ai obtenu avec l'oxygène pur, au bout de quatre heures de chauffe et en opérant sur $0^{gr},290$ d'argent, une absorption de $1^{cc},02$, c'est-à-dire $1^{mg},4$ d'oxygène. Le poids d'argent employé pour la formation intégrale de l'oxyde Ag^4O aurait dû absorber 11^{mgr}. Avec l'air, dans des conditions analogues, l'absorption a été trouvée de $1^{cc},27$.

» X. Dans un autre essai avec l'air humide, l'absorption avait été trouvée égale à $0^{cc},75$, c'est-à-dire $1^{mgr},0$, cette absorption a été contrôlée par l'analyse de l'air resté dans le tube, lequel ne contenait plus que 18 centièmes d'oxygène, au lieu de 20,8. La capacité du tube étant 30^{cc}, l'analyse précédente indiquerait une perte de $\frac{2,8 \times 30}{100} = 0^{cc},84$ d'oxygène.

» J'ai répété ces expériences à des températures plus basses, en opérant dans des bains d'huile, où la température est mieux connue et plus facile à maintenir constante.

» XI à XIV. A 300°, au bout de deux heures, les effets sont presque insensibles. Mais au bout de vingt heures de chauffe, on observe les mêmes phénomènes que vers 500°-550°, quoiqu'un peu moins marqués, savoir : désagrégation de l'argent, formation de sous-oxyde, absorption d'oxygène; cette dernière étant sensible avec les gaz secs, et plus marquée avec les gaz humides; formation de silicate dans ce dernier cas, etc.

» XV, XVI. A 200°, il faut prolonger davantage encore la réaction. Cependant, au bout de quarante-quatre heures, on peut constater la formation très visible de la matière désagrégée et lanugineuse.

» XVII. A 100°, je n'ai pu obtenir aucun indice de réaction.

» XVIII. J'ai complété ces expériences en les répétant avec l'argent chauffé en présence de l'azote vers 500°-550°. Le métal n'a éprouvé aucune altération, ni changement d'état appréciable. Il a conservé le même éclat, plicatures et apparences de toute nature qu'il possédait avant d'avoir été chauffé.

» XIX. Mêmes résultats négatifs en opérant vers 500°-550° avec l'argent dans un tube rempli de vapeur d'eau, mais dont l'air avait été exclu avec soin.

» XX. Mêmes résultats négatifs, aux mêmes températures, avec l'argent et l'acide carbonique sec.

» D'après ces expériences :

» 1° La combinaison entre l'argent et l'oxygène commence vers la température de 200° d'une façon presque insensible. Elle est d'abord très lente;

» 2° Elle a lieu sous la pression atmosphérique avec l'oxygène pur, et même sous la tension cinq fois plus faible que ce gaz possède dans l'air atmosphérique;

» 3° Elle s'effectue d'une façon de plus en plus rapide, à mesure que la température s'élève à 300° et vers 500-550°;

» 4° Les quantités d'oxyde, combinées dans un temps donné et sub-

sistant après refroidissement, sont toujours minimes. Cependant elles sont d'autant plus grandes que la température à laquelle on a opéré (jusqu'à 550°), a été plus élevée. Mais les réactions devenant plus lentes à mesure que la température est plus basse, on n'est pas assuré d'ailleurs d'avoir atteint une limite fixe, à supposer qu'il en existe dans ces conditions, et pour les pressions sous lesquelles ces essais ont été faits;

» 5° La quantité d'oxygène, combinée dans un temps donné et dans des conditions similaires, a été trouvée à peu près la même avec l'oxygène sec et avec l'air, autant qu'il est permis d'en juger d'après les faibles absorptions mesurées. La proportion d'argent désagrégé a semblé également pareille. Les mesures effectuées avec l'oxygène et l'air humides (VIII et IX) répondent également à un état de combinaison similaire. Cet état, dans de telles conditions et sous toutes réserves, semblerait donc résulter surtout de la présence d'un excès d'oxygène en contact avec l'argent, plutôt que de la pression plus ou moins grande de l'oxygène dans le tube;

» 6° La combinaison va plus loin dans l'oxygène humide et en présence d'un corps capable de se combiner avec l'oxyde d'argent, tel que le verre, que dans l'oxygène sec : ce qui est conforme à l'explication thermochimique que j'ai donnée des affinités prédisposantes ([1]);

» 7° En même temps que la combinaison a lieu, une portion de l'argent se désagrège et se réduit en une sorte de poussière lanugineuse. Cette portion est beaucoup plus considérable que celle qui demeure combinée avec l'oxygène.

» Examinons de plus près ces différentes circonstances, qui caractérisent les débuts de l'union entre l'oxygène et l'argent; elles jettent quelques lumières sur les origines de la combinaison chimique en général.

» En premier lieu, la limite de température vers laquelle la combinaison commence s'accorde avec les observations de MM. Le Chatelier et Guntz sur les tensions de dissociation de l'oxyde d'argent, c'est-à-dire à des degrés et dans des conditions où la tension de l'oxygène est telle que la tendance à la combinaison soit en équilibre avec la tendance à la décomposition. Cet équilibre ayant lieu à 358° sous une pression de 49 atmosphères, et à 300° sous une pression de 10 à 15 atmosphères, si l'on prolonge la droite qui passe par les deux points 49 et 12,5, on voit que la tension de dissociation serait nulle un peu au-dessus de 200°.

» Mais s'il y a accord sur ce point, la théorie ordinaire de la dissociation

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 453.

est en défaut pour le reste. En effet, elle indiquerait d'abord que la dose d'oxyde d'argent, susceptible de se former, serait d'autant plus grande que la température est moins élevée, et qu'elle tendrait à une transformation totale vers 200°.

» Au contraire, lorsqu'on opère sous la pression atmosphérique et sous des pressions moindres, à 300°, et *a fortiori* à 500°, il ne devrait subsister aucune porportion d'oxyde d'argent, cet oxyde n'étant réputé stable que sous des pressions de 49 atmosphères à 358°, de 10 à 15 atmosphères à 300°.

» Or les expériences actuelles indiquent une formation excessivement faible à 200° et qui tend à s'accroître quand la température monte à 300° et vers 550°, tout en demeurant fort inférieure aux tensions normales de dissociation observées plus haut. L'influence de la tension de l'oxygène ne semble pas non plus se manifester lors de ces faibles formations.

» Il paraît donc que les débuts de la combinaison, comme il arrive d'ailleurs dans une multitude de cas en Physique et en Chimie, n'obéissent pas encore aux lois régulières, qui se manifestent lorsque le phénomène est dominé par une influence prépondérante qui détermine un régime permanent. Ces lois ne sont pas applicables aux origines des phénomènes. C'est ainsi, pour citer un exemple, que la conductibilité électrolytique des dissolutions salines se manifeste au début avec des tensions fort inférieures au voltage susceptible de déterminer une électrolyse régulière et continue. De même, l'onde sonore ne devient régulière qu'à quelque distance du centre d'ébranlement. De même aussi l'onde visible excitée dans une masse d'eau par un choc localisé.

» A la vérité, dans le cas de la formation de l'oxyde d'argent, on pourrait invoquer deux conditions spéciales : l'existence d'une couche d'oxygène condensé à la surface de l'argent et celle d'un état isomérique nouveau de l'argent.

» L'existence d'une couche gazeuse extrêmement mince, condensée à la surface des corps solides, sous l'influence des attractions intermoléculaires, est généralement admise par les physiciens. Elle développe des pressions plus fortes que la pression atmosphérique, et elle présente les gaz aux solides dans un état particulier, état susceptible de donner lieu à des réactions chimiques et électrochimiques spéciales.

» Quant à l'intervention d'un état isomérique nouveau de l'argent, état produit sous l'influence de l'oxygène et qui répondrait à une chaleur de

combinaison spéciale et dès lors à des tensions de dissociation différentes, elle n'a rien d'invraisemblable. En effet, un grand nombre de métaux sont susceptibles de manifester cette multiplicité d'états, comme le montrent l'histoire du platine et de ses congénères, celle du fer, etc.

» Les phénomènes de désagrégation moléculaire que l'argent a manifestés dans mes expériences autoriseraient d'ailleurs cette hypothèse, mais sans la démontrer : j'y reviendrai. Je me bornerai à rappeler ici qu'elle est conforme à mes observations sur la formation et la décomposition simultanées du sulfure de carbone, lesquelles s'accomplissent précisément dans des conditions de dissociation. Or le carbone ainsi régénéré se trouve dans un état nouveau, celui de graphite (1), tandis que c'était le carbone amorphe qui était entré en combinaison. C'est pourquoi, dès à présent, il semble utile d'insister sur cette désagrégation même, comme caractéristique nouvelle de la marche initiale des combinaisons : car elle n'a pas lieu dans une atmosphère inerte, telle que celle de l'azote, de l'acide carbonique, ou de la vapeur d'eau.

» En effet, elle atteste que c'est pendant une période de dissociation que s'accomplit la combinaison directe de l'argent ou de l'oxygène; ce qui signifie que la combinaison se détruit sur un point, tandis qu'elle se reforme sur un autre, en raison des variations locales à peine sensibles, mais incessantes, de la température, produites par les courants gazeux extérieurs, et celles de certaines autres circonstances physico-chimiques; précisément comme il arrive dans un vase rempli d'un gaz saturé de vapeur d'eau, la condensation de celle-ci et la vaporisation inverse du liquide se produisant sur des points qui se déplacent sans cesse. En même temps, la nature des surfaces métalliques est modifiée continuellement par le fait de la combinaison, de façon à faire varier les affinités dites *capillaires*.

» On conçoit que de telles circonstances empêchent la combinaison, à ses débuts et tant qu'elle porte sur de très petites quantités de matière, de tendre vers un état fixe absolument déterminé ; celui-ci représentant seulement la moyenne qui s'établit entre une multitude de molécules éprouvant des réactions réversibles.

» De là résultent des équilibres mobiles, en vertu desquels les mêmes particules éprouvent des modifications inverses et réciproques ; c'est ainsi que certaines molécules d'argent sont tour à tour oxydées, tandis que des molécules d'oxyde, précédemment formées, sont réduites.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX, p. 423, 425; 1870.

» Voilà comment se produisent, je le répète, aux débuts de l'oxydation de l'argent, comme à l'origine de la plupart des phénomènes physiques, des irrégularités qui s'effacent ensuite, lorsque la prépondérance d'un genre déterminé d'énergie est devenue suffisante pour imprimer aux réactions une marche systématique et un régime régulier. C'est la tension de l'oxygène qui jouerait ce rôle dans le cas actuel, mais à la condition d'acquérir une grandeur suffisante. Cependant, aux débuts, et tant que la proportion actuellement combinée est peu considérable, la production et la décomposition incessante de doses d'oxyde d'argent toujours nouvelles aboutissent à ce résultat que les quantités d'argent régénérées au bout d'un certain temps deviennent beaucoup plus considérables que les doses actuellement combinées. C'est ce que montrent les expériences que je viens d'exposer et ce qu'explique la considération des équilibres mobiles.

» On voit à quels problèmes généraux se rattache l'étude des origines de la combinaison de l'argent avec l'oxygène. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Oxyde de carbone et argent.* Note de M. **Berthelot.**

« J'ai fait quelques expériences sur les réactions entre l'argent et l'oxyde de carbone. J'ai opéré avec l'argent pur, battu en feuilles minces, et l'oxyde de carbone sec, dans des tubes de verre scellés à la lampe.

» Vers 500°-550° (quatre heures), j'ai observé que l'argent s'est désagrégé et changé en une poussière lanugineuse et filamenteuse, d'une façon très appréciable, quoique moindre qu'avec l'oxygène. Cette poussière est gris jaunâtre. Sur certains points, le métal est recouvert d'un véritable enduit noirâtre, et il s'est déposé en d'autres points des parcelles charbonneuses.

» L'argent resté dans le tube, étant dissous dans l'acide azotique bouillant, laisse un notable résidu de carbone noir floconneux.

» L'analyse du gaz a établi qu'il s'était produit une diminution sensible de volume et une production notable d'acide carbonique, s'élevant aux 3,6 centièmes du volume initial.

» En opérant de même à 300° (vingt-quatre heures), j'ai observé des indices de réaction, l'argent étant désagrégé d'une façon sensible, quoique moindre que ci-dessus, un dépôt visible de carbone ayant eu lieu, etc.

» Il résulte de ces faits que les corps mis en présence, argent et oxyde de

arbone, ont été attaqués tous les deux vers 500°-550°, et même dès 300°.

» La décomposition propre de l'oxyde de carbone par la chaleur est déjà connue. Au rouge elle fournit de petites quantités de carbone et d'acide carbonique; mais le carbone n'est pas le produit direct de la dissociation de l'oxyde de carbone, comme on l'avait supposé autrefois. J'ai montré, en effet (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXIV, p. 126; 1891), que l'oxyde de carbone pur, chauffé en tube scellé, à une température qui ne dépasse pas 550°, fournit de l'acide carbonique, *sans déposer de carbone*. Ce dernier n'apparaît qu'à des températures plus élevées, et par suite de la décomposition d'un sous-oxyde de carbone gazeux, c'est-à-dire non condensable par un froid voisin de zéro, au sein du mélange pyrogéné précédent : probablement C^2O,

$$3CO^2 = C^2O + CO^2.$$

On sait qu'un oxyde analogue, mais solide, C^4O^3, peut être obtenu en soumettant l'oxyde de carbone à l'influence de l'effluve.

» Ces sous-oxydes résultent de la tendance à la polymérisation de l'oxyde de carbone, composé incomplet, non saturé, CO(—), et, dès lors, susceptible de fixer un atome d'oxygène, CO(O); un atome de chlore, CO(Cl); une molécule d'eau (acide formique), $CO(H^2O)$.

» Il est comparable à cet égard aux aldéhydes. Or de tels sous-oxydes régénèrent de l'oxyde de carbone et du carbone libre, à la température rouge,

$$C^2O = CO + C; \qquad C^4O^3 = 3CO + C.$$

» Telle est l'origine de la petite quantité de carbone qui se précipite à l'entrée des tubes chauffés au rouge dans lesquels on fait passer l'oxyde de carbone. Mais cette proportion ne s'accroît pas, à mesure que l'on échauffe le gaz à partir de ce degré de température, parce qu'elle résulte seulement de la faible proportion de l'oxyde de carbone qui s'est polymérisée à une température inférieure au rouge : il ne s'agit donc pas ici d'une dissociation où l'élément carbone interviendrait.

» Dans l'expérience faite avec l'oxyde de carbone en présence de l'argent, le carbone apparaît à une température plus basse que lorsque ce gaz existe seul; précisément comme il arrive lorsque l'oxyde de carbone est mis en présence du fer au rouge, dans une expérience de Gruner restée longtemps difficile à interpréter. Mais l'explication en est aujourd'hui devenue plus facile, depuis la découverte de la propriété de l'oxyde

de carbone de se combiner avec le nickel ([1]) et avec le fer ([2]) pour former des composés volatils. Or c'est la décomposition de ces dérivés métalliques de l'oxyde de carbone qui engendre le carbone produit au contact du fer.

» Au contact de l'argent, il y a également précipitation du carbone dès 300°, et la désagrégation simultanée de l'argent semble indiquer que ce double phénomène serait la conséquence de la formation commençante d'une combinaison analogue au fer-carbonyle.

» Il me semble utile de signaler ces analogies, sans y insister plus qu'il ne convient. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Hydrogène et argent,* par M. **Berthelot.**

« L'hydrogène maintenu en présence de l'argent, vers 500°-550°, en tube scellé (cinq heures), a donné lieu, dans deux expériences, à des indices de désagrégation et à des traces de poussières lanugineuses, bien plus faibles, à la vérité, que lorsqu'on opère avec l'oxygène, ou avec l'oxyde de carbone. Le fait n'en mérite pas moins d'être noté, parce qu'il contraste avec l'inaltérabilité du métal, maintenu à la même température, en présence de l'azote pur, de l'acide carbonique, ou de la vapeur d'eau pure.

» Cependant l'argent est pénétrable aux gaz vers la température rouge, comme l'attestent bien des phénomènes. Je citerai, par exemple, le suivant : si l'on chauffe sur une lampe à gaz un creuset d'argent rempli de bicarbonate de soude, de façon à chasser l'excès d'acide carbonique, en se gardant bien d'ailleurs de fondre le carbonate, fusion qui s'effectuerait au-dessus de 800°, l'opération étant répétée vingt à trente fois, le métal du creuset se charge de sodium, de façon à décomposer l'eau et il devient fragile. Le métal alcalin ainsi combiné à l'argent résulte de l'action réductrice exercée sur le carbonate de soude par les gaz de la combustion et notamment par l'hydrogène et l'oxyde de carbone, qui traversent l'argent échauffé, en formant avec lui des composés transitoires.

([1]) Mond, Lange et Quincke (1890), *Nickel-carbonyle.*

([2]) J'ai publié la découverte du fer-carbonyle, le 15 juin 1891, dans les *Comptes rendus,* t. CXII, p. 1357. M. Mond, qui avait déclaré d'abord n'avoir pas réussi à l'obtenir, a annoncé deux semaines après ma publication qu'il avait réussi également à le préparer et il en a poursuivi l'étude avec succès.

» Peut-être y a-t-il aussi là quelque indice de la formation de ces hydrures métalliques, devenus si fréquents dans ces dernières années, par suite de l'étude des métaux alcalins et alcalino-terreux.

» Il y aurait fort à dire à cet égard, et particulièrement sur le rôle que de tels composés, ébauchés en quelque sorte dans l'électrolyse et dans diverses autres conditions, sont susceptibles de jouer, soit pour amorcer des réactions principales plus importantes [platine formant un hydrure, dont la chaleur de formation détermine l'inflammation du gaz tonnant (¹); trace d'eau, mettant en liberté les alcalis du verre, dont la peroxydation par l'oxygène libre détermine la combinaison de celui-ci avec l'hydrogène à températures peu élevées (²); argent engendrant un oxyde qui détermine par l'intermédiaire d'un composé instable la décomposition de quantités illimitées d'eau oxygénée (³); chlorure manganeux déterminant la décomposition à froid de l'acide chlorhydrique dissous, par l'oxygène de l'air (⁴), etc.];

» Soit pour déterminer les forces électromotrices dites de *polarisation*, susceptibles de mettre en jeu ces courants électriques faibles qui se manifestent au galvanomètre, lorsqu'on emploie des électrodes métalliques capables de s'unir à la fois à l'hydrogène et à l'oxygène, sans cependant accomplir le travail régulier et continu nécessité pour l'entretien d'une décomposition normale (⁵). Ce sont là des circonstances essentielles dans les études de Mécanique chimique.

» Je poursuis ces expériences relatives à l'action de l'hydrogène libre et de l'oxyde de carbone sur les métaux tels que le cuivre, le mercure, l'aluminium, le fer, etc. »

---

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. XXX, p. 538; 1883.
(2) Même Recueil, 7e série, t. XIII, p. 63-64; 1898.
(3) Même Recueil, 5e série, t. XXI, p. 174; 1880. — 7e série, t. IV, p. 430.
(4) Même Recueil, 6e série, t. XIX, p. 517; 1890.
(5) *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. XXX, p. 537; 1883.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le théorème d'Hugoniot et quelques théorèmes analogues*. Note de M. **P. Duhem**.

« Soit S une surface, variable avec le temps t, qui sépare l'espace en deux régions 1 et 2; $U_1(x, y, z, t)$ est une fonction analytique, définie dans l'espace 1; $U_2(x, y, z, t)$ est une fonction analytique, définie dans l'espace 1 et dans l'espace 2.

» Nous dirons que S est une *onde d'ordre n* pour la fonction U_1 se propageant dans la fonction U_2 si, sur la surface S, les fonctions U_1, U_2 sont égales entre elles et s'il en est de même de leurs dérivées partielles homologues jusqu'à l'ordre $(n-1)$ inclusivement.

» Posons, dans l'espace 1, $V = U_1 - U_2$. Si la surface S est onde d'ordre n, V et toutes ses dérivées partielles jusqu'à l'ordre $(n-1)$ inclusivement s'annulent sur S.

» Dans le temps dt, S vient en S'; soient M, M' deux ponts, l'un de S, l'autre de S', situés sur une même normale à S; comptons positivement la distance MM' lorsque M' est du côté 2 par rapport à S. Nous aurons alors $MM' = a\,dt$. Nous allons évaluer a au moyen des dérivées partielles d'ordre n de la fonction V, au point M et à l'instant t.

» *Onde d'ordre* 1. — Soient λ, μ, ν, les cosinus directeurs de la normale en M à la surface S, dirigée vers l'espace 2. Comme sur S, à l'instant t, V a la valeur constante 0, on a

$$(1) \qquad \frac{\frac{\partial V}{\partial x}}{\lambda} = \frac{\frac{\partial V}{\partial y}}{\mu} = \frac{\frac{\partial V}{\partial z}}{\nu}.$$

» D'autre part, V étant nul au point M, à l'instant t, et au point M', à l'instant $(t + dt)$, on a

$$(2) \qquad a\left(\frac{\partial V}{\partial x}\lambda + \frac{\partial V}{\partial y}\mu + \frac{\partial V}{\partial z}\nu\right) + \frac{\partial V}{\partial t} = 0.$$

» Les égalités (1) et (2), jointes à $\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2 = 1$, donnent

$$(3) \qquad a\frac{\partial V}{\partial x} = -\lambda\frac{\partial V}{\partial t}, \qquad a\frac{\partial V}{\partial y} = -\mu\frac{\partial V}{\partial t}, \qquad a\frac{\partial V}{\partial z} = -\nu\frac{\partial V}{\partial t},$$

» De ces égalités, on tire

$$a^2\left[\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial V}{\partial z}\right)^2=\left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)^2\right.. \tag{I}$$

» *Onde d'ordre* 2. — C'est une onde d'ordre 1 pour chacune des deux fonctions $\frac{\partial V}{\partial x}$, $\frac{\partial V}{\partial t}$; en appliquant la première égalité (3) à ces deux fonctions, on trouve

$$a\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}=-\lambda\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial t}, \qquad a\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial t}=-\lambda\frac{\partial^2 V}{\partial t^2},$$

d'où la première des égalités

$$a^2\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}=\lambda^2\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}, \qquad a^2\frac{\partial^2 V}{\partial y^2}=\mu^2\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}, \qquad a^2\frac{\partial^2 V}{\partial z^2}=\nu^2\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}.$$

» En ajoutant membre à membre ces égalités, on trouve

$$a^2\,\Delta V=\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}. \tag{II}$$

» C'est la formule trouvée par Hugoniot [1].

» *Onde d'ordre* $2n$. — Désignons par $\Delta_n V$ le résultat de l'opération Δ appliquée n fois à la fonction V. Je dis que l'on a, pour une onde d'ordre n,

$$a^{2n}\Delta_n V=\frac{\partial^{2n} V}{\partial t^{2n}}. \tag{III}$$

» Selon la formule (II), le théorème est vrai pour $n=1$; il suffit donc de prouver que, s'il est vrai pour une certaine valeur de n, il l'est encore pour la suivante, $(n+1)$.

» Or une onde d'ordre $(2n+2)$ pour V est d'ordre 2 pour $\Delta_n V$. On a donc, selon (II),

$$a^2\,\Delta_{n+1} V=\frac{\partial^2}{\partial t^2}\Delta_n V=\Delta_n\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}.$$

Cette même onde est d'ordre $2n$ par rapport à $\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$. On a donc, selon (III),

$$a^{2n}\Delta_n\frac{\partial^3 V}{\partial t^2}=\frac{\partial^{2(n+1)} V}{\partial t^{2(n+1)}}.$$

---

(1) HUGONIOT, *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 4e série, t. III, p. 477; 1887.

Ces deux égalités donnent

$$a^{2(n+1)}\Delta_{n+1}V = \frac{\partial^{2(n+1)}V}{\partial t^{2(n+1)}},$$

C. Q. F. D.

» *Onde d'ordre* $(2n+1)$. — Cette onde est d'ordre 1 pour $\Delta_n V$. On a donc, selon (I),

$$a^2\left[\left(\frac{\partial\Delta_n V}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\Delta_n V}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\Delta_n V}{\partial z}\right)^2\right]=\left(\frac{\partial\Delta_n V}{\partial t}\right)^2=\left(\Delta_n\frac{\partial V}{\partial t}\right)^2.$$

» D'autre part, cette onde est d'ordre $2n$ pour $\frac{\partial V}{\partial t}$. On a donc, selon (III),

$$a^{2n}\Delta_n\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\partial^{2n+1}V}{\partial t^{2n+1}}.$$

Ces deux égalités donnent

$$\text{(IV)}\qquad a^{2(2n+1)}\left[\left(\frac{\partial\Delta_n V}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\Delta_n V}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\Delta_n V}{\partial z}\right)^2\right]=\left(\frac{\partial^{2n+1}V}{\partial t^{2n+1}}\right)^2.$$

» La question posée est ainsi résolue dans tous les cas. »

MÉMOIRES LUS.

BIOLOGIE. — *Le premier signe de vie.* Note de M. **Augustus-D. Waller.**

« A la séance du 3 septembre, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie l'énoncé sommaire d'une conclusion à laquelle avaient abouti certaines recherches qui me préoccupent depuis plusieurs années. Le fait capital a été exposé ici en ces termes dans la Communication intitulée : « Le dernier signe de vie ».

» S'il y a coup de feu dans les deux directions ou dans une direction » seulement, l'objet est vivant. S'il n'y a pas coup de feu, l'objet est » mort [1].

(1) Mes collègues, auxquels j'ai eu l'avantage de faire la démonstration du fait, me font la remarque que l'expression *coup de feu* me rend pas en langue française l'idée mère que j'ai voulu exprimer en anglais par le mot *blaze* (conflagration, embrasement). Afin d'éviter tout malentendu, je me permettrai d'employer le mot anglais *blaze,* qui d'ailleurs se prête très bien au langage abrégé du laboratoire.

» Mais, si le *blaze* est bien le dernier signe de vie, il doit aussi en être le premier signe. Nous choisirons donc comme objets de nos recherches ceux dans lesquels les phénomènes dits *vitaux* font leur première apparition, c'est-à-dire un œuf ou un myxomycète en voie de développement.

» L'œuf de poule, mis à l'étuve, est évidemment l'objet le mieux approprié à ces recherches. Quant au myxomycète, je n'ai eu en mains que quelques échantillons de Badhamia qui m'ont servi à la constatation du fait fondamental.

» Pour ce qui est du myxomycète, les faits se passent ainsi : A l'état sec (état de vie latente) il n'est pas possible de l'interroger; le courant excitateur ne passe pas, et l'on ne peut s'attendre à aucune réaction. Après une heure ou deux d'imbibition par l'eau, la masse jaunâtre ne donne encore aucune réaction; tout au plus observe-t-on un petit contre-courant, attribuable à la polarisation. Ce n'est que quelques heures plus tard, alors que le sclérote s'est étalé en plasmode, qu'un *blaze* évident se révèle. La réaction s'est très vite épuisée avec des excitations fortes, le plasmode a cessé de s'étendre et est revenu sur lui-même. Les valeurs d'une série de réactions ont été par exemple de $0^{volt},01$ à $0^{volt},02$ en direction centripète pour les deux directions opposées du courant excitateur.

» L'œuf de poule a été particulièrement intéressant. J'ai fait jusqu'ici trois séries d'expériences avec des œufs bons et mauvais, et, en somme, je n'ai pas rencontré d'exception à la règle générale qu'un œuf non incubé, ou stérile, ou putréfié, ne donne pas de *blaze*, tandis qu'un œuf contenant un embryon en voie de développement réagit par un *blaze*, soit dans les deux directions, soit dans une direction seulement.

» Voici le compte rendu sommaire d'une de ces séries. Il est à remarquer que, dans la majorité des cas, à cause de la résistance de la coque sèche, un petit morceau de celle-ci a été enlevé aux deux pôles du petit diamètre de l'œuf. Les électrodes (impolarisables) étaient appliquées sur la membrane ainsi dénudée, de sorte que le blastoderme flottant au pôle supérieur se trouvait traversé normalement par le courant excitateur. L'étuve était réglée à 37° :

» Le *premier œuf*, au début de l'incubation, ne donna aucun *blaze*, mais seulement de petits courants (de polarisation, en sens contraire des courants excitateurs).

» Le *deuxième œuf*, après vingt-quatre heures d'incubation, donna un petit *blaze* positif, c'est-à-dire ascendant au travers du blastoderme. A l'ouverture de l'œuf, celui-ci fut trouvé peu développé, avec une aire vasculaire à peine apparente.

» *Troisième œuf,* quarante-huit heures, *blazes* positif et négatif de $+0^{volt},0010$ à $0^{volt},0022$ et de $-0^{volt},0006$ à $0^{volt},0012$. L'aire vasculaire était bien développée et le cœur battait vigoureusement.

» *Quatrième œuf,* soixante-douze heures. *Blazes* positif et négatif, bien accusés. Développement normal.

» Le *cinquième œuf* (à soixante-douze heures) me fit hésiter. Les réactions avaient été jusqu'ici conformes à mes prévisions; je m'attendais à une série d'œufs à *blaze,* c'est-à-dire avec embryon en voie de développement. Pourtant, en dépit d'essais réitérés, aucun *blaze* ne se révéla. Mais l'ouverture de l'œuf expliqua ce résultat négatif. Aucun développement n'avait eu lieu. L'œuf était évidemment non fécondé [1].

» *Sixième œuf,* soixante-douze heures. Réactions normales, c'est-à-dire *blazes* dans les deux directions, avec une force électromotrice de $+ 0^{volt},0010$ à $+ 0^{volt},0019$, et de $- 0^{volt},0023$ à $- 0^{volt},0026$. Développement normal.

» *Septième et huitième œufs,* quatre-vingt-seize heures. Réactions normales. Développement normal. Les réactions (qui étaient de $+ 0^{volt},0028$ et $- 0^{volt},0044$) furent abolies par élévation de température à 45°.

» *Neuvième œuf,* cent quarante-quatre heures. Réactions normales et développement normal, Les réactions ($+ 0^{volt},0050$ et $- 0^{volt},0025$) furent abolies par l'injection d'une solution de bichlorure de mercure à 2,7 pour 100.

» *Dixième œuf,* douzième jour; aucun *blaze,* seulement de petits contre-courants de $\pm 0^{volt},0001$ à $0^{volt},0002$. A l'ouverture, le contenu de l'œuf fut trouvé complètement putréfié.

» Je crois que cette première série pourra suffire à titre d'exemple; les faits se sont confirmés dans d'autres séries sans exception, et sont des plus faciles à contrôler au moyen du dispositif indiqué dans mon premier Mémoire. Il sera peut-être utile d'ajouter que le *blaze* se constate également bien sur les œufs en masse, comme ceux de la grenouille. Dans ce cas, la réaction a la même valeur pour les deux directions du courant excitateur ($\pm 0^{volt},03$). Cette réaction est entièrement effacée à une température de 40° à 45° (température de l'enceinte).

» Une objection de principe, ou, tout au moins, une objection ayant trait à la définition positive que l'on tente d'appliquer à l'état de vie et à l'état de mort, se présentera sans doute à tout esprit logique. L'œuf,

---

(1) Je ne veux pas dire par là que la plaque blastodermique ne contient pas des cellules vivantes; il se peut que, dans les conditions de mes expériences, la masse de ces cellules fût insuffisante à la manifestation d'une réaction évidente. Mes expériences démontrent d'ailleurs que la grandeur de la réaction augmente avec la croissance de la masse embryonnaire.

qu'il soit fécondé ou non, est-il vivant ou mort? Les animalcules desséchés, qui revivent lorsqu'ils sont humectés, sont-ils vivants ou morts? Un tissu anesthésié jusqu'à l'immobilisation moléculaire complète, en apparence, et dont l'excitabilité reparaît pourtant après que l'anesthésique s'est dissipé, est-il vivant ou mort? Nous ne saurions trop affirmer l'un ou l'autre cas, sans nous trouver engagés dans un dilemme.

» Et il en est de même d'un tissu anesthésié, ou de la matière quelconque en état de vie latente. La réponse à l'interrogation électrique sera celle de la matière inerte, et ce n'est qu'en raison de leur réveil que nous pourrons reconnaître que ce n'était pas de la matière actuellement morte.

» En tenant compte de cette objection, nous devrons donc admettre que la *blaze réaction*, quoique marque distinctive entre l'état de vie et de mort, y compris le cas de mort apparente avec survie des tissus du corps, ne s'applique pas au cas exceptionnel et paradoxal de vie latente, dans lequel nous avons affaire à de la matière qui n'est pas vivante puisqu'elle ne réagit pas, mais qui n'est pas morte, puisqu'elle peut revivre. »

MÉMOIRES PRESENTÉS.

M. **E. Fontaneau** adresse une série de Notes relatives à « Un mode de transformation des équations générales de l'Hydrodynamique ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

Sir **Joseph Hooker**, élu Associé étranger, adresse ses remercîments à l'Académie.

MM. **Aubusson de Cavarlay**, **Béhal**, **Bergonié**, **Bordas**, **Brault**, **Braemer**, **Bruchmann**, **Émile Cahen**, **Paul Carnot**, **Henri Coupin**, Mme **Curie**, MM. **Deburaux**, **Delemer**, **Delezenne**, **Delépine**, **Maurice de Fleury**, **Fritsch**, **Gallois**, **Henri Gautier**, **Paul Girod**, **A. Grasset**, **Guilleminot**, **Hallopeau**, **J. von Hepperger**, **Icard**, Mlle **Joteyko**, MM **Lacombe**, **Lecornu**, **Mathias Lerch**, Mme la comtesse **M. de Linden**, MM. **Long**, **de**

Loczy, Ed. Maillet, Marage, Élie Massénat, Metzner, M[me] veuve Moissenet, MM. Nau, de Nabias, Maurice Nicloux, Osmond, Pachon, Sabrazès, Sautreaux, Sigalas, Seurat, Henri Sévène, Suis, Trillat, Verschaffel adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M. Jules Bauzon demande l'ouverture d'un pli cacheté, établissant qu'il est l'auteur d'un Mémoire intitulé : « Aphorismes sur les signes diagnostiques de la mort apparente, etc. », Mémoire auquel il a été accordé une mention honorable dans le concours du prix Dusgate.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient des indications conformes.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une « Notice biographique sur A. Milne-Edwards », par M. *Bernard Renault;*

2° La 2e édition du « Cours élémentaire de Chimie » de M. *A. Joannis.*

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les congruences dont les deux réseaux focaux sont cycliques.* Note de M. C. Guichard.

« La recherche des congruences dont les deux réseaux focaux sont cycliques est identique, en vertu de la loi de parallélisme des réseaux et congruences, à celle des réseaux dont les deux tangentes décrivent des congruences cycliques.

» Pour trouver de pareils réseaux je cherche, dans l'espace à cinq dimensions, les congruences G dont les réseaux focaux sont orthogonaux. J'ai déjà traité [*Sur les surfaces à courbure totale constante*, etc. (*Annales de l'École Normale;* 1890)] le problème analogue dans l'espace à trois dimensions. La façon de traiter la question demeure la même pour tous les espaces et l'on arrive aux résultats suivants :

» *Les cosinus directeurs* $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_5$ *de la droite* G *qui satisfont à la relation*

$$\xi_1^2+\xi_2^2+\ldots+\xi_5^2=1 \quad (1)$$

doivent être solution d'une équation de la forme

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = M \cdot \theta \tag{2}$$

et satisfaire aux inégalités

$$\sum \left(\frac{\partial \xi_i}{\partial u}\right)^2 \gtrless 0, \qquad \sum \left(\frac{\partial \xi_i}{\partial v}\right)^2 \gtrless 0. \tag{3}$$

» Considérons maintenant la sphère Σ qui a pour coordonnées $\xi_1, \ldots, \xi_5$; soient M son centre; MS et MT les tangentes au réseau M; S et T les seconds foyers des congruences décrites par ces tangentes. Les réseaux focaux de G étant orthogonaux, les cercles focaux de Σ seront des cercles O (cercles de Ribeaucour); les droites MS et MT qui sont les axes de ces cercles décriront des congruences cycliques; les réseaux (M) satisfont à la condition demandée.

» On démontre facilement que tous les réseaux cherchés sont parallèles aux réseaux (M). Donc :

» Le problème posé revient, au point de vue analytique, à trouver les équations de M. Moutard, qui admettent cinq solutions satisfaisant à l'égalité (1) et aux inégalités (3). On voit que le problème est du sixième ordre.

» Il est facile d'en indiquer des solutions particulières. Si la sphère Σ passe par un point fixe A, les cercles focaux de Σ passeront par A, les segments MS et MT seront vus de A suivant des angles droits : ceci prouve que le réseau M est le réseau polaire réciproque d'un réseau de M. Voss, par rapport à une sphère de centre A. Ces réseaux sont d'ailleurs parallèles aux congruences conjuguées aux réseaux de M. Voss.

» Si l'une des quantités ξ est nulle, la sphère Σ est normale à une sphère fixe A. Les deux cercles focaux de Σ seront normaux à A; on en conclut que les points S et T sont conjugués de M par rapport à A. Cette solution particulière revient à la recherche des congruences G dans l'espace à quatre dimensions.

» Remarque. — Les sphères Σ sont des sphères plusieurs fois cycliques; toutes les transformations indiquées dans ma Note *Sur les systèmes plusieurs fois cycliques* (*Comptes rendus*, 1er *semestre* 1900) s'appliquent au problème actuel. Mais il en existe de nouvelles que je vais indiquer.

» Soient F et φ les réseaux focaux de la congruence G; μ un réseau harmonique à G; μF et $\mu\varphi$ sont les tangentes du réseau μ; puisque F est O on peut de ∞^1 manières prendre pour Fμ une congruence I; $\mu\varphi$ sera alors 3I.

» De chaque congruence C on déduit donc ∞^1 réseaux μ possédant la propriété suivante : une tangente de μ décrit une congruence I et l'autre une congruence 3I.

» Inversement, de chaque réseau μ on peut déduire deux congruences C, car il existe deux systèmes de réseaux O conjugés à une congruence 3I. On a donc une *première transformation* du problème.

» Soient maintenant L une congruence conjuguée à μ ; R et S les réseaux focaux de L ; l'un de ces réseaux R sera harmonique à la congruence 3I tangente à μ ; l'autre S à la congruence I. On peut de ∞^1 manières prendre pour R un réseau 2I; le réseau S étant harmonique à une congruence I sera aussi 2I. Les deux réseaux focaux de L sont donc 2I. Inversement de cette congruence L, on peut déduire quatre réseaux analogues à μ, d'où une *deuxième transformation* de notre problème.

» On peut revenir de l'espace à cinq dimensions à l'espace ordinaire par la considération des systèmes de cercles et de sphères. On trouve alors que les systèmes suivants se ramènent l'un à l'autre :

» 1. Congruences dont les deux réseaux focaux sont C.

» 2. Congruences dont un réseau focal est O et l'autre 3O.

» 3. Congruences dont les deux réseaux focaux sont 2O.

» La première transformation est relative aux systèmes 1 et 2; la deuxième aux systèmes 1 et 3. »

MÉCANIQUE. — *Compas homographique, réalisant par articulations l'homographie plane générale.* Note de M. **G. Kœnigs.**

« 1. D'après les Notes d'avril et mai 1895 aux *Comptes rendus,* où j'ai établi pour la première fois la possibilité de réaliser, au moyen de compas composés (ou systèmes articulés), toute liaison algébrique entre deux ou plusieurs points, il est clair que toute transformation géométrique ponctuelle de nature algébrique, soit dans le plan, soit dans l'espace, se trouve réalisable mécaniquement. Malheureusement, les transformations les plus simples à définir analytiquement ne sont pas les plus simples à réaliser cinématiquement. Tel est le cas de l'homographie plane. Toutefois je suis arrivé à construire un compas composé (¹) qui n'est pas trop compliqué et qui réalise cette transformation.

(¹) Je reprends l'appellation *compas composé,* due au général Peaucellier. Pour

» En attendant que j'aie l'honneur de présenter à l'Académie le modèle qui est en voie de construction, je demande la permission d'en donner ici la description schématique.

» 2. Préoccupons-nous d'abord du cas de l'homologie. Soit O le pôle d'homologie, qui sera l'origine des axes de coordonnées, et prenons Ox parallèle à l'axe d'homologie. Désignons par $(r, \theta)(r', \theta')$ les coordonnées polaires de deux points homologues P, P',

» On a d'abord $\theta' = \theta$, équation qui exprime que les points P, P' sont alignés sur le point O. Ensuite, entre les rayons vecteurs r, r' a lieu la relation

$$(1) \qquad \frac{1}{r} - \frac{m}{r'} + \frac{\sin\theta}{a} = 0,$$

où m représente un rapport anharmonique constant et a une longueur constante.

» J'applique à P et à P' deux inversions *différentes*, de même pôle O, mais de puissances respectives μ et μ', où l'on prend $\mu' = m.\mu$. Les points transformés Q et Q' ont des rayons vecteurs ρ et ρ' qui donnent lieu aux relations $\frac{1}{r} = \frac{\rho}{\mu}$, $\frac{m}{r'} = \frac{\rho'}{\mu}$, en sorte que l'équation (1) devient

$$(2) \qquad \rho' - \rho = b \sin\theta,$$

en posant $b = \frac{\mu}{a}$.

» L'équation (2) exprime que le segment QQ' est la projection sur le rayon OPP'QQ' d'un segment de longueur constante b, issu de Q et parallèle à Oy.

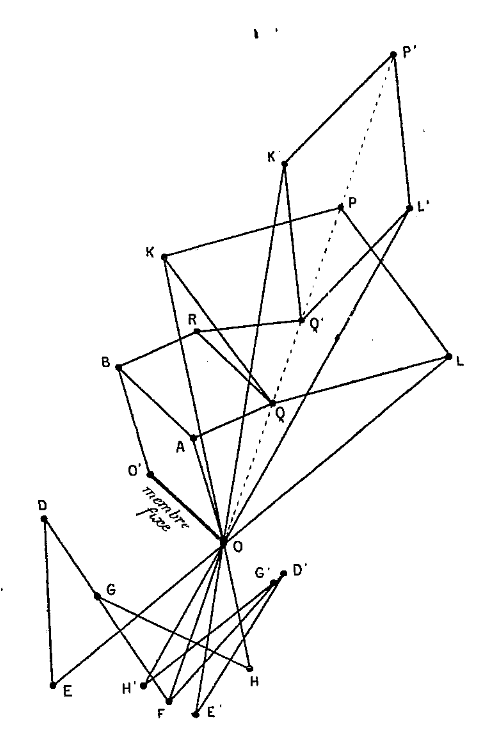
» Voyons comment on peut réaliser tout cela. On prendra d'abord deux inverseurs Peaucellier de pôle O et de puissances respectives μ, $m\mu$, reliant, le premier, les points P, Q, le second, les points P', Q'. Au moyen de deux doubles contreparallélogrammes de Kempe (¹), on obligera les angles KOL et K'OL' des deux couples de brides OK, OL et OK', OL' des deux inver-

---

diverses raisons, qu'il est inutile de développer ici, cette appellation me semble préférable à celle de *système articulé*.

(¹) Voir mes *Leçons de Cinématique*, p. 270. Dans la figure, ces doubles contreparallélogrammes sont formés par les prolongements des brides et par les sept tiges OF, DE, DF, GH, D'E', D'F', G'H'. On peut substituer aux deux doubles contreparallélogrammes un autre dispositif.

seurs à avoir la même bissectrice OF. Dès lors les points P, P′, Q, Q′, O seront alignés sur cette bissectrice.



» Prenons alors deux brides QR, Q′R, égales entre elles et de longueur $\frac{1}{2}b$, articulées entre elles au point R et avec les inverseurs aux points Q et Q′. Ayons ensuite une tige OO′, de longueur $\frac{1}{2}b$, *destinée à être maintenue fixe*, s'articulant en O aux brides des inverseurs; construisons sur OO′ un parallélogramme articulé, O O′A B, en sorte que le côté AB de ce parallélogramme reste équipollent à OO′; enfin construisons un dernier parallélogramme ABQR, en reliant Q à A et R à B par deux brides articulées égales, de sorte que QR reste équipollent à AB et par suite à OO′, sans que le mouvement de Q se trouve gêné. Dans ces conditions, QQ′ est bien la projection d'un segment de direction invariable et de grandeur invariable issu de Q et que l'on obtiendrait en doublant QR.

» Le mécanisme est dès lors construit. Je l'appelle *compas homologique*.

3. Ayant ainsi réalisé l'homologie, il suffira, pour obtenir l'homographie générale, d'introduire un des systèmes articulés qui réalisent un déplacement d'une figure plane dans son plan. Par exemple, le pantographe oblique de Sylvester.

» Le compas homologique comprend 27 membres ou tiges et 22 pivots; le compas homographique général comprend 31 membres et 26 pivots.

» 4. Si l'on prend un appareil tout semblable au compas homologique mais dans lequel : 1° on suppose $m = 1$; 2° on remplace la tige RQ' par un appareil à ligne droite qui oblige le point Q' à se trouver sans cesse sur la normale élevée en R à l'extrémité du segment QR, la correspondance entre les points P et P' est celle qui a lieu entre les points d'une figure plane mobile et les centres de courbure des trajectoires de ces points pour un instant donné. Autrement dit, ce nouvel appareil donne la construction de la formule Euler-Savary :

$$\frac{1}{r'} - \frac{1}{r} = \frac{1}{k \sin\theta}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode de la moyenne arithmétique de Neumann.* — Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Picard.

« 1. Soit (S) une surface fermée admettant la transformation de M. Poincaré, soit f une fonction donnée *continue* sur (S). Ces conditions étant remplies, la *série de Neumann*

$$(\alpha) \qquad \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{\infty}(-1)^{k-1}(W_k - W_{k-1})$$

converge absolument et uniformément à l'intérieur *de* (S) *et représente en tout point* intérieur à (S) *la valeur de la même fonction harmonique qui doit se réduire à f sur* (S).

» C'est le résultat principal de recherches de mes Notes précédentes.

» Cependant, les recherches assez compliquées établissant ce résultat sont insuffisantes pour répondre aux questions suivantes : La série de Neumann est-elle convergente non seulement *à l'intérieur* de (S), mais aussi *sur la surface* (S) *elle-même?* Est-il possible de présenter cette série et, par conséquent, la solution du problème de Dirichlet sous la forme du potentiel de la double couche?

» A présent, j'ai réussi à simplifier essentiellement les raisonnements et à résoudre les questions proposées.

» 2. Soient $V_k (k = 0, 1, 2, \ldots,)$ les fonctions de M. Poincaré satisfaisant aux conditions (1) et (2) de ma Note précédente.

» On peut démontrer les propositions suivantes :

» I. *Quelle que soit la fonction f assujettie à la seule condition*

$$\int f^2\, ds < Q,$$

Q *étant un nombre assignable, on a*

$$\sum_{s=0}^{\infty} A_s^2 < \int \rho f^2\, ds, \qquad A_s = \int \rho f V_s\, ds,$$

où ρ *désigne la densité d'une couche électrique en equilibre sur* (S). [Voir mon Mémoire, *Les méthodes générales, etc.* (*Annales de Toulouse*, t. II, 1900, Chap. II.)]

» II. *Bien que la série* $\sum_{s=0}^{\infty} A_s V_s$ *soit semi-convergente ou même divergente sur* (S), *on a toujours*

$$\int \rho f^2\, ds = \sum_{s=0}^{\infty} A_s^2,$$

pourvu que la fonction f soit CONTINUE *sur* (S).

» 3. Cela posé, formons la suite d'intégrales de Neumann

$$W_1 = \frac{1}{2\pi} \int f \frac{\cos\varphi}{r^2}\, ds, \qquad W_k = \frac{1}{2\pi} \int \overline{W}_{k-1} \frac{\cos\varphi}{r^2}\, ds,$$

$\overline{W}_k$ étant la valeur de W_k au point quelconque p de (S).

» Il est aisé de démontrer que, f étant limitée sur (S), tous les $W_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$ sont *continus sur* (S) [Comparez M. LIAPOUNOFF : *Sur certaines questions*, etc. (*Journal de Mathématiques*, p. 260; 1898)].

» Posons

$$U_k = \overline{W}_k - C,$$

C étant une constante indéterminée, et appliquons le théorème II à U_k. On trouve

$$\int \rho U_k^2\, ds = V_0^2 \left[\int \rho (\overline{W}_k - C)\, ds \right]^2 + \sum_{s=1}^{\infty} (A_s^{(k)})^2, \qquad A_s^{(k)} = \int \rho \overline{W}_k V_s\, ds.$$

» On sait que (voir ma Note précédente)

$$\int \rho \overline{W}_k ds = \int \rho f\, ds, \qquad A_s^{(k)} = \tau_s^k A_s,$$

$\tau_s (s = 1, 2, 3, \ldots)$ étant des nombres satisfaisant à la condition

$$|\tau_s| < \tau,$$

où τ est un nombre plus petit que l'unité ne dépendant que de (S) (voir ma Note précédente). En posant

$$C = \frac{\int \rho f\, ds}{\int \rho\, ds},$$

on trouve, en vertu du lemme I,

$$\int \rho U_k^2\, ds < \tau^{2k} \sum_{k=1}^{\infty} A_s^2 < \tau^{2k} \int \rho f^2\, ds,$$

ou, en désignant par ρ_0 le minimum de ρ sur (S),

$$\int U_k^2\, ds < \tau^{2k} \frac{\int \rho f^2\, ds}{\rho_0} = Q\tau^{2k},$$

Q étant un nombre fixe. Cette inégalité étant établie, et en remarquant que

$$U_k = \frac{1}{2\pi} \int U_{k-1} \frac{\cos\varphi}{r^2}\, ds \text{ (}^1\text{)},$$

on trouve l'inégalité suivante

$$|U_k| = |W_k - C| < C_1 \sigma^k \qquad (0 < \sigma < 1).$$

On peut donc énoncer ce théorème :

» *Le principe de Neumann s'applique à toute surface* (S) *admettant la transformation de M. Poincaré et satisfaisant aux conditions* 1°, 2° *et* 3° *de mon Mémoire cité, quelle que soit la fonction* f, LIMITÉE SUR (S).

» 4. Ce théorème étant établi, nous démontrerons sans peine les propositions suivantes ([2]) :

» I. *La série de Neumann*

$$\frac{1}{2} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k-1} (W_{k,i} - W_{k-1,i})$$

([1]) Voir mon Mémoire : *Les méthodes générales, etc.*, § 7, Chap. II, p. 231-235.

([2]) Voir le même Mémoire, p. 261, 267 et 268.

converge ABSOLUMENT *et* UNIFORMÉMENT *sur* (S), *quelle que soit la fonction f*, LIMITÉE *sur* (S).

» II. *La série* (α) *peut se représenter sous la forme du potentiel de la double couche*

$$\frac{1}{4\pi}\int \mu \frac{\cos\varphi}{r^2}\,ds,$$

où

$$\mu = f - (\overline{W}_1 - f) + (\overline{W}_2 - \overline{W}_1) - \ldots (-1)^{k-1}(\overline{W}_k - \overline{W}_{k-1}) + \ldots,$$

pourvu que f soit limitée *sur* (S).

» III. *Quelle que soit la fonction f*, limitée *sur* (S), *la série* (α) *représente une fonction harmonique à l'intérieur de* (S) *se réduisant à*

$$W_{1i} - \overline{W}_1$$

sur (S).

» IV. *Si la fonction f est* continue *sur* (S), *on a*

$$\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{\infty}(-1)^{k-1}(W_{k,i} - W_{k-1,i}) = f \quad \text{sur} \quad (S),$$

c'est-à-dire : *la méthode de Neumann résout le problème intérieur de Dirichlet, quelle que soit la fonction* continue *f à laquelle doit se réduire sur* (S) *la fonction harmonique cherchée*.

» *Il en est de même du problème extérieur de Dirichlet.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une série relative à la théorie d'une équation différentielle linéaire du second ordre.* Note de M. **A. Liapounoff**, présentée par M. Picard.

« Je reprends l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + p(x)y = 0$$

considérée dans mes Notes antérieures (*Comptes rendus*, 28 décembre 1896, 10 avril 1899 et 1er mai 1899), en supposant, comme auparavant, que la variable indépendante x ne reçoit que des valeurs réelles et que $p(x)$ en est une fonction continue et périodique à période ω.

» Soit, pour cette période, A la constante caractéristique de l'équa-

tion (1) (*Comptes rendus*, t. CXXIII, 28 décembre 1896). En posant

$$\int_0^x p(x)\,dx = \mathrm{P}(x), \qquad \mathrm{P}(\omega) = \Omega, \qquad \mathrm{P}(x_i) = \mathrm{P}_i,$$

$$\mathrm{A}_n = \frac{1}{2}\int_0^\omega dx_1 \int_0^{x_1} dx_2 \ldots \int_0^{x_{n-1}} (\Omega - \mathrm{P}_1 + \mathrm{P}_n)(\mathrm{P}_1 - \mathrm{P}_2)(\mathrm{P}_2 - \mathrm{P}_3)\ldots(\mathrm{P}_{n-1} - \mathrm{P}_n)\,dx_n$$

$\left(\text{ce qui, pour } n = 1, \text{ doit se réduire à } \mathrm{A}_1 = \frac{\omega}{2}\Omega\right)$ on aura

$$\mathrm{A} = 1 - \mathrm{A}_1 + \mathrm{A}_2 - \mathrm{A}_3 + \ldots.$$

» Dans ma première Note, j'ai énoncé certaines propositions au sujet de cette série. Maintenant je me propose de les compléter, en ce qui concerne le cas où la fonction $p(x)$ ne peut recevoir que des valeurs positives ou nulles. *C'est exclusivement à ce cas que se rapporteront les propositions qui vont suivre.*

» Dans ce cas, tous les A_n seront positifs, et comme je l'ai déjà indiqué, les termes de la suite

(2) $$\mathrm{A}_1, \mathrm{A}_2, \mathrm{A}_3, \ldots,$$

à partir d'un certain rang, iront constamment en décroissant (¹). A présent je puis compléter ce résultat par celui-ci :

» *Si l'on a* $\mathrm{A} \leqq \mathrm{A}_1$, *on aura certainement*

$$\mathrm{A}_2 > \mathrm{A}_3 > \mathrm{A}_4 > \mathrm{A}_5 > \ldots;$$

dans le cas contraire, les termes de la suite (2), *iront, jusqu'à un certain rang, en croissant et ensuite, en décroissant.*

» Cette proposition résulte immédiatement de l'inégalité

$$\mathrm{A}_n^2 > \frac{n}{n-1}\mathrm{A}_{n-1}\mathrm{A}_{n+1}$$

que je viens d'établir en étudiant l'expression ci-dessus de A_n. Il en résulte,

---

(¹) J'ai déduit ce résultat de l'inégalité $\mathrm{A}_n < \frac{\mathrm{A}_1}{n}\mathrm{A}_{n-1}$. Depuis je suis parvenu à une inégalité plus exacte, savoir,

$$\mathrm{A}_n < \frac{\mathrm{A}_1}{n^2}\mathrm{A}_{n-1}.$$

en effet, que le rapport $\frac{(n-1)A_n}{A_{n-1}}$ et, par suite, aussi $\frac{A_n}{A_{n-1}}$ décroît, lorsque n augmente.

» On voit donc que, si en calculant successivement A_1, A_2, A_3, ..., on parvient à un terme A_n qui ne surpasse pas le précédent A_{n-1}, on pourra conclure que la valeur de A est comprise entre les limites

$$1 - A_1 + \ldots - (-1)^n A_{n-1} \quad \text{et} \quad 1 - A_1 + \ldots + (-1)^n A_n.$$

D'ailleurs, on sera certain que les calculs ultérieurs conduiront à des limites de plus en plus resserrées.

» Dans des recherches qui se ramènent à reconnaître si les solutions de l'équation (1) sont des fonctions limitées de x, tout revient, en général, à déterminer le signe de $A^2 - 1$. Si l'on trouve $A^2 - 1 < 0$, on pourra conclure que toutes les solutions sont limitées; si au contraire on a $A^2 - 1 > 0$, toute solution autre que $y = 0$ sera une fonction illimitée de x. Dans cette sorte de recherches, on pourra se servir de la proposition suivante :

» *Quel que soit l'entier n, si l'on a une des inégalités de la première colonne du Tableau :*

$$\begin{array}{rl}
2 - A_1 + A_2 - \ldots - A_{2n-1} \geqq 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & A > -1 \\
2 - A_1 + A_2 - \ldots + A_{2n} \leqq 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & A < -1 \\
- A_1 + A_2 - A_3 + \ldots + A_{2n} \leqq 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & A < +1 \\
- A_1 + A_2 - A_3 + \ldots - A_{2n+1} \geqq 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & A > +1
\end{array}$$

on aura l'inégalité correspondante de la seconde colonne.

» Le cas le plus simple est celui où l'on a

$$A_1 \leqq 2,$$

ce qui se réduit à

$$\omega \int_0^\omega p(x)\,dx \leqq 4.$$

On aura alors toujours $A_2 < A_1$ et, par suite, dans ce cas, on a $A^2 - 1 < 0$. C'est le résultat que j'ai déjà signalé antérieurement.

» Si, après avoir calculé A_1 on trouve $A_1 > 2$, on devra calculer A_2. Alors, si l'on a

$$A_2 \leqq A_1 - 2,$$

on pourra conclure que $A < -1$, et la question sera résolue. Si, au contraire, on a $A_2 > A_1 - 2$, on calculera A_3. Après cela, la question sera

résolue toutes les fois que l'on trouve :

$$A_2 \leqq A_1, \qquad A_3 \leqq 2 - A_1 + A_2,$$

ou bien

$$A_2 > A_1, \qquad A_3 \leqq A_2 - A_1;$$

car, dans le premier cas, on aura l'inégalité $A^2 - 1 < 0$, dans le second, l'inégalité $A > 1$. Si l'on ne se trouve pas dans ces conditions, on calculera A_4 et l'on examinera la seconde inégalité du Tableau précédent pour $n = 2$.

» En continuant ainsi de suite, on parviendra à un résultat décisif toutes les fois que la quantité $A^2 - 1$ est différente de zéro, ce qui aura lieu en général. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions thêta à trois variables.* Note de M. **M. Krause**, présentée par M. Picard.

« On doit à Weierstrass ([1]) la relation suivante sur la transformation du second degré

$$(1) \qquad \begin{matrix}\varepsilon_1, & \varepsilon_2, & \ldots, & \varepsilon_\rho \\ \delta_1, & \delta_2, & \ldots, & \delta_\rho\end{matrix} = \sum (-1)^{\sum_\alpha \lambda_\alpha^{(k)} \delta_\alpha} A_k B_{kr} \qquad (k : 1, 2, \ldots, 2^\rho).$$

» Dans cette formule les quantités $\lambda_1^{(k)}, \lambda_2^{(k)}, \ldots, \lambda_\rho^{(k)}$ prennent, les unes indépendamment des autres, les valeurs 0 et 1, et l'on a posé, pour abréger

$$\begin{matrix}\varepsilon_1, & \varepsilon_2, & \ldots, & \varepsilon_\rho \\ \delta_1, & \delta_2, & \ldots, & \delta_\rho\end{matrix} = \vartheta\begin{pmatrix}\varepsilon_1, & \varepsilon_2, & \ldots, & \varepsilon_\rho \\ \delta_1, & \delta_2, & \ldots, & \delta_\rho\end{pmatrix}(u_1, u_2, \ldots, u_\rho)\, \vartheta\begin{pmatrix}\varepsilon_1, & \varepsilon_2, & \ldots, & \varepsilon_\rho \\ \delta_1, & \delta_2, & \ldots, & \delta_\rho\end{pmatrix}(v_1, v_2, \ldots, v_\rho),$$

$$A_k = \theta\begin{pmatrix}\lambda_1^{(k)}, & \lambda_2^{(k)}, & \ldots, & \lambda_\rho^{(k)} \\ 0, & 0, & & 0\end{pmatrix}(u_1 + v_1, u_2 + v_2, \ldots, u_\rho + v_\rho),$$

$$B_{kr} = \theta\begin{pmatrix}\lambda_1^{(k)} + r_1, & \lambda_2^{(k)} + r_2, & \ldots, & \lambda_\rho^{(k)} + r_\rho \\ 0, & 0, & & 0\end{pmatrix}(u_1 - v_1, u_2 - v_2, \ldots, u_\rho - v_\rho),$$

où les fonctions θ possèdent les modules doubles $2\tau_{\alpha\beta}$.

» Nous nous bornerons au cas $\rho = 3$.

» Nous ajoutons alors à chacune des quantités $A_1, \ldots, A_8$ et $B_1, \ldots, B_8$ les caractéristiques suivantes :

000	001	010	011	100	101	110	111
000	000	000	000	001	000	000	000

([1]) Cf. aussi Caspary, *Comptes rendus*, 21 février 1887.

» Or, les éléments du déterminant

$$A = \begin{vmatrix} D_1 & D_2 \\ D_3 & D_4 \end{vmatrix}$$

$$D_1 = \begin{vmatrix} A_1 & A_2 & A_3 & A_4 \\ A_2 & -A_1 & A_4 & -A_3 \\ A_3 & -A_4 & -A_1 & A_2 \\ A_4 & A_3 & -A_2 & -A_1 \end{vmatrix}, \qquad D_2 = \begin{vmatrix} A_5 & A_6 & A_7 & A_8 \\ A_6 & -A_5 & A_8 & -A_7 \\ A_7 & -A_8 & -A_5 & A_6 \\ -A_8 & -A_7 & A_6 & A_5 \end{vmatrix},$$

$$D_3 = \begin{vmatrix} A_5 & -A_6 & -A_7 & A_8 \\ A_6 & A_5 & A_8 & A_7 \\ A_7 & -A_8 & A_5 & -A_6 \\ A_8 & A_7 & -A_6 & -A_5 \end{vmatrix}, \qquad D_4 = \begin{vmatrix} -A_1 & A_2 & A_3 & -A_4 \\ -A_2 & -A_1 & -A_4 & -A_3 \\ -A_3 & A_4 & -A_1 & A_2 \\ A_4 & A_3 & -A_2 & A_1 \end{vmatrix},$$

forment un système orthogonal.

» Il en est de même des éléments du déterminant B qui découle du déterminant A en posant, au lieu des quantités A_r, les quantités B_r, et aussi de ceux du produit de ces deux déterminants A et B.

» Cela nous conduira au théorème :

» *Les vingt-huit produits des fonctions thêta impaires et le produit* $\begin{smallmatrix}000\\000\end{smallmatrix}$ *forment les coefficients du système orthogonal* :

$$\begin{array}{cccccccc}
\begin{smallmatrix}000\\000\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}001\\001\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}010\\011\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}011\\110\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}100\\111\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}101\\100\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}110\\101\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}111\\010\end{smallmatrix} \\
-\begin{smallmatrix}001\\001\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}000\\000\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}011\\010\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}010\\011\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}101\\110\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}100\\101\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}111\\100\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}110\\011\end{smallmatrix} \\
-\begin{smallmatrix}010\\011\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}011\\010\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}000\\000\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}001\\101\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}110\\100\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}111\\111\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}100\\110\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}101\\001\end{smallmatrix} \\
-\begin{smallmatrix}011\\110\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}010\\111\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}001\\101\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}000\\000\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}111\\001\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}110\\110\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}101\\011\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}100\\100\end{smallmatrix} \\
-\begin{smallmatrix}100\\111\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}101\\110\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}110\\100\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}111\\001\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}000\\000\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}001\\011\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}010\\010\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}011\\101\end{smallmatrix} \\
-\begin{smallmatrix}101\\100\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}100\\101\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}111\\111\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}110\\010\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}001\\011\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}000\\000\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}011\\001\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}010\\110\end{smallmatrix} \\
-\begin{smallmatrix}110\\101\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}111\\100\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}100\\110\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}101\\011\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}010\\010\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}011\\001\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}000\\000\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}001\\111\end{smallmatrix} \\
-\begin{smallmatrix}111\\010\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}110\\011\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}101\\001\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}100\\100\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}011\\101\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}010\\110\end{smallmatrix} & -\begin{smallmatrix}001\\111\end{smallmatrix} & \begin{smallmatrix}000\\000\end{smallmatrix}
\end{array}$$

» En substituant des demi-périodes, il s'ensuit soixante-trois autres systèmes orthogonaux.

» M. Caspary a démontré la possibilité de former des combinaisons de produits de fonctions thêta formant un système orthogonal de seize coefficients (Voir *Comptes rendus*, 17 février 1887). Les théorèmes démontrés plus haut prouvent la possibilité de former des systèmes orthogonaux de soixante-quatre coefficients dont les éléments sont eux-mêmes des produits de fonctions thêta et donnent tous les systèmes possibles. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Le théorème du tourbillon en Thermodynamique*. Note de M. **Jouguet**, présentée par M. Jordan.

« Le théorème fondamental de la théorie des tourbillons se démontre, pour les fluides sans viscosité, en faisant les hypothèses suivantes :

» *a*. Les forces, tant intérieures qu'extérieures, qui agissent sur le fluide admettent un potentiel.

» *b*. La pression en un point est uniquement fonction de la densité en ce point.

» Pour les fluides dont les divers éléments sont seulement soumis à des *forces extérieures* et dont l'état en chaque point est défini par la densité ρ et la température T, ces restrictions sont équivalentes aux suivantes :

» *a'*. Les *actions extérieures* admettent un potentiel. (Le mot *action* est pris dans le sens que lui a donné M. Duhem.)

» *b'*. L'entropie de chaque élément est uniquement fonction de sa température.

» Au contraire, lorsqu'on étudie, par la Thermodynamique, le mouvement des fluides en tenant compte des actions mutuelles de leurs parties, on en rencontre pour lesquels les *forces intérieures* n'admettent pas de potentiel, et pour lesquels la forme de l'équation de compressibilité écarte la possibilité de l'hypothèse *b*. Mais les énoncés *a'* et *b'* ne cessent pas d'avoir un sens, et l'on peut démontrer qu'ils donnent encore la condition suffisante pour que le théorème des tourbillons soit vrai en l'absence de toute viscosité.

» C'est ce qu'on trouve, par exemple, pour un fluide dont l'état en chaque point est fixé par les variables ρ, T et par un nombre quelconque

(mais fini) d'autres paramètres λ, si l'on fait sur son potentiel thermodynamique les hypothèses énoncées par M. Duhem dans son Mémoire sur *le Potentiel thermodynamique et la pression hydrostatique* (¹).

» On obtient le même résultat en étudiant le mouvement des fluides sans viscosité auxquels on attribue, pour potentiel thermodynamique interne, celui que M. Duhem a admis pour les corps magnétiques parfaitement doux dans ses études sur l'équilibre de ces corps. Ici la force intérieure n'est même pas définie et la pression dépend de l'orientation de l'élément pressé. Il faut d'ailleurs remarquer qu'un pareil fluide ne représente nullement un fluide magnétique réel *en mouvement*, puisqu'on n'y suppose l'existence d'aucun phénomène d'induction électrodynamique.

» Enfin on obtient le théorème de Helmholtz, avec les restrictions (a') et (b'), pour des formes très variées du potentiel thermodynamique, en appliquant la méthode si simple indiquée par Lagrange dans les articles 7 et 8 de la Section VII (1re Partie) de la *Mécanique analytique*. C'est pour l'obtention des équations d'équilibre que Lagrange a imaginé cette méthode : l'introduction des forces d'inertie conduit au théorème des tourbillons.

» Si l'état initial du fluide est homogène, la condition (b') sera vérifiée dans les cas particuliers où chaque élément subira des transformations *isothermes* ou *adiabatiques*.

» Il est impossible d'étendre ces résultats, dans toute leur généralité, aux fluides mélangés, à cause des difficultés que soulève la définition de la quantité de chaleur dégagée par chaque élément d'un mélange où se produit une diffusion. Mais si la température est uniforme dans toute la masse, le théorème de Helmholtz s'applique à chaque fluide en particulier (pourvu qu'on suppose nulle toute viscosité, même celle que la diffusion met en jeu). Cette propriété, démontrée par M. Duhem en négligeant les actions mutuelles des divers éléments, est encore vraie si l'on en tient compte. »

(¹) *Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. X.

PHYSIQUE. — *Les modifications permanentes des fils métalliques et la variation de leur résistance électrique* [1]. Note de M. **H. Chevallier**, présentée par M. J. Violle.

« Nous avons montré précédemment [2] combien sont grandes les variations permanentes que peut éprouver un fil d'alliage platine-argent sous l'influence de la température. On peut utiliser ce phénomène pour étudier le rôle des petites oscillations de température dans la production des modifications permanentes des corps solides.

» Il s'agit de savoir si un fil métallique, maintenu pendant un temps $\mathfrak{T}$ à une température physiquement constante T_1, subit une variation permanente plus grande ou plus petite que lorsque le même fil est porté, pendant le même temps $\mathfrak{T}$, à une température oscillant constamment entre T_1 et une température plus basse $T - \varepsilon$.

» Pour étudier cette influence des petites oscillations de température, nous avons utilisé une méthode suggérée par M. Duhem [3] et employée par M. Marchis [4] dans l'étude des modifications permanentes du verre. Cette méthode consiste à faire subir à un même fil une série de chauffes alternativement fixes et oscillantes, mais de même durée; les chauffes d'ordre impair, par exemple, étant effectuées à une température fixe T_1, les chauffes d'ordre pair étant effectuées à une température oscillant entre T_1 et $T_1 - \varepsilon$.

» On obtient ainsi deux colonnes de chiffres, dont la comparaison montre quel est le rôle joué par les oscillations de température dans la marche du phénomène.

» I. Les chiffres suivants sont relatifs à une série d'opérations effectuées à $T_1 = 320°$ et à $T_1 - \varepsilon = 305°$. Avant de commencer les expériences, on avait porté plusieurs fois le fil à 220°.

---

[1] Travail du laboratoire de Physique expérimentale de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

[2] H. Chevallier, *Comptes rendus*, 15 janvier et 11 juin 1900.

[3] Duhem, *Procès-verbaux de la Soc. Sc. Phys. et Nat. de Bordeaux*, 1897, p. 45.

[4] Marchis, *Les modifications permanentes du verre*. Thèse, 1898.

» Chaque chauffe a duré deux minutes.

» Dans les chauffes oscillantes, la durée d'une oscillation complète de température était de dix secondes.

» Dans le Tableau ci-dessous, nous indiquerons seulement les variations de la résistance du fil. Les chiffres de la première ligne sont relatifs aux chauffes sans oscillations (S.O.), celles de la seconde sont relatives aux chauffes avec oscillations (A.O.). La résistance initiale du fil à 12° était $R_{12} = 1^{\omega},00711$ et la modification permanente du fil augmentait sa résistance.

» Les chiffres ci-dessous doivent être multipliés par 10^{-5} pour être exprimés en ohms :

S.O..........	8	4	1	2	1	2	1
A.O..........	14	9	8	6	4	2	

» II. Les chiffres suivants sont relatifs à une série d'expériences faites à $T_1 = 490°$ et $T_1 - \varepsilon = 470°$.

» Avant les expériences, le fil avait été porté plusieurs fois à 600°.

» Chaque chauffe a duré une minute.

» Dans les chauffes oscillantes, la durée d'une oscillation complète était de dix secondes.

» La résistance initiale du fil, à 12°, était : $R_{12} = 1^{\omega}00538$, et la modification permanente du fil diminuait sa résistance.

S.O....	142	25	19	13	9	9	10	8	6	6
A.O....	51	52	16	34	27	18	28	23	20	13

» Les chiffres contenus dans les Tableaux précédents montrent que les variations permanentes de la résistance sont plus grandes lorsque la température T est oscillante que lorsqu'elle est fixe.

» Il semble en résulter que les petites oscillations de température ont un rôle plus efficace que les échauffements à température physiquement constante, et ce rôle paraît prépondérant dans la production des modifications permanentes.

» Les températures 230° et 490°, auxquelles le fil était chauffé dans les deux séries d'expériences que nous venons de rapporter, n'ont pas été prises au hasard.

» A cause de la forme particulière de la courbe des limites des limites, courbe qui présente un maximum vers 320° et un minimum vers 480°, toute mesure faite en dehors du maximum ou du minimum est sujette à une objection : en vertu du déplacement de la limite des limites par la température, la limite des limites correspondant à T_1 pourra être très éloignée de celle qui correspond à $T_1 - \varepsilon$, auquel cas les chauffes sans oscillations

ne feront pas tendre le fil vers le même état que les chauffes avec oscillations.

» Au voisinage du maximum, vers 320°, ou du minimum, vers 490°, cette cause d'erreur n'existe pas, puisque à ces températures la limite des limites est sensiblement indépendante de la température dans une zone de 30° à 40°.

» Ces résultats seront d'ailleurs discutés plus complètement dans un Mémoire ultérieur. »

PHYSIQUE. — *Sur la force électromotrice d'aimantation* [1]. Note de M. **René Paillot**, présentée par M. G. Lippmann.

« On sait que, dans une pile formée de deux électrodes de fer plongeant dans l'eau acidulée, si l'une des électrodes est aimantée, elle devient positive par rapport à l'électrode non aimantée. Les expériences de M. Hurmuzescu [2] ont montré que, jusqu'à 7000 unités C.G.S., la courbe qui relie la force électromotrice d'aimantation au champ magnétique a une forme analogue à la courbe d'aimantation du fer.

» J'ai étendu ces recherches à des champs magnétiques très intenses, en employant l'électro-aimant en forme de demi-cercle de M. du Bois, qui permet d'obtenir facilement, dans un entrefer de $0^{m},26$ de longueur et $0^{mq},28$ de section, un champ de plus de 30000 unités.

» Des électrodes à la Wollaston formées de fils de fer pur soigneusement recuit, de $0^{m},05$ de diamètre, sont fixées dans les branches verticales d'un tube deux fois recourbé rempli d'une solution très diluée d'acide acétique ou d'acide oxalique.

» L'une de ces branches est amincie vers le haut, de manière à pouvoir être introduite dans l'entrefer de l'électro-aimant. Elle est séparée des surfaces polaires par une couche de paraffine. Toutes les parties de l'appareil sont d'ailleurs isolées avec soin, condition indispensable pour avoir des résultats concordants.

» La très petite surface de contact de l'électrode aimantée et du liquide est parallèle au champ.

---

(1) Travail fait à l'Institut de Physique de l'Université de Lille, laboratoire de M. Damien.

(2) Dr Hurmuzescu, *Force électromotrice d'aimantation* (*Journal de Physique*, 3e série, t. V, p. 119, et *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. V, p. 27; 1898).

» La partie horizontale du tube recourbé a une longueur d'au moins 30cm, de telle sorte que l'électrode non aimantée se trouve dans un champ magnétique négligeable.

» Les forces électromotrices ont été déterminées à l'aide d'un électromètre capillaire de M. Lippmann, sensible au dix-millième de volt, par la méthode de compensation de M. Bouty.

» Les champs magnétiques ont été mesurés par la méthode du galvanomètre balistique.

» Les expériences n'étaient commencées que lorsque les forces électromotrices parasites avaient atteint une valeur constante. On attendait, après chaque expérience, que l'électromètre fût revenu à son zéro.

» Voici les résultats d'une des nombreuses expériences très concordantes que j'ai effectuées :

» Pile formée depuis vingt heures : $t = 18°$.

» Eau acidulée par l'acide acétique (deux gouttes dans 100cc d'eau distillée et purgée d'air par l'ébullition).

» Le champ H est exprimé en unités C. G. S. et la force électromotrice E en volts.

H.	E. (v)	H.	E. (v)
804	0,0022	20210	0,0298
1698	0,0040	23492	0,0320
3106	0,0074	24500	0,0324
5000	0,0110	26505	0,0330
8712	0,0171	27018	0,0328
10504	0,0192	28886	0,0330
12193	0,0210	29510	0,0332
17043	0,0272	30187	0,0330

» Une mesure effectuée une demi-heure après la dernière expérience m'a donné :

$$\text{pour } H = 1085, \qquad E = 0^{v},0190.$$

» Dans les conditions de l'expérience, la force électromotrice d'aimantation atteint une limite de $0^{v},0330$ pour un champ voisin de 25000 unités.

» Il résulte de toutes mes expériences que, pour un échantillon de fer et un acide donnés, *la force électromotrice d'aimantation tend toujours vers une limite déterminée*.

» La valeur de cette limite dépend un peu de l'échantillon de fer et de l'acide employés. »

ÉLECTRICITÉ. — *Luminescence d'un gaz raréfié autour des fils métalliques communiquant à l'un des pôles d'une bobine de Ruhmkorff.* Note de M. J. **Borgman**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie [1] la description des phénomènes lumineux observés dans un tube en verre rempli d'un gaz plus ou moins raréfié et muni d'un fil en platine, tendu suivant l'axe du tube, quand une extrémité du fil communiquait par un condensateur à l'un des pôles d'un ruhmkorff, dont l'autre était mis à la terre, et quand les pôles étaient branchés par un excitateur à étincelle. Je puis maintenant communiquer quelques nouvelles observations sur ces phénomènes, étudiés par moi avec l'assistance de M. Afanassieff.

» 1. Le beau phénomène des disques violets, enfilés à des distances égales tout le long du fil et complètement tranquilles, phénomène qui se produit quand un des bouts du fil communique au pôle positif du ruhmkorff, apparaît dans un tube plus étroit à des raréfactions moindres que dans un tube plus large.

» 2. A une pression donnée du gaz la distance entre les disques lumineux, — ou à une raréfaction plus avancée — la distance entre les lentilles lumineuses croît avec le diamètre du tube.

» 3. Dans un tube donné, à une pression constante, cette distance diminue à mesure que la longueur de l'étincelle dans l'excitateur, branché aux bornes du ruhmkorff, croît.

» 4. Le nombre d'interruptions du courant primaire au ruhmkorff ne semble avoir aucune influence sur cette distance, mais elle croît, quoique très peu, à mesure que l'intervalle, pendant lequel le courant primaire reste fermé, diminue.

» 5. A une raréfaction assez grande (pression, quelques dixièmes de millimètre), l'adjonction du fil au pôle positif du ruhmkorff produit tout autour du fil une lueur unie, *nébuleuse*, et l'adjonction au pôle négatif produit sur le verre du tube de larges (2^{cm}-4^{cm}) anneaux phosphorescents, posés à des distances presque égales le long du tube ; à ce degré de raréfaction, le contact et même l'approchement au tube du doigt de l'observateur, isolé de la terre ou non isolé, ou du bout d'un fil communiquant à une bouteille de Leyde, provoque dans le premier cas (c'est-à-dire quand le fil communique au pôle positif de la bobine) l'apparition sur le côté opposé de la surface du tube d'une tache vert jaunâtre, coupée par l'ombre du fil ; quand le fil communique au pôle négatif du ruhmkorff, un tel contact provoque l'apparition d'un anneau vert jaunâtre, dont la largeur croît avec la raréfaction. Au centre de cet anneau on voit se

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1179; 30 avril 1900.

former sur le fil un petit ovoïde lumineux. Dans certains cas (à des raréfactions moins avancées), cet anneau se maintient encore quelque temps après l'éloignement du doigt.

» Quand on touche le tube des deux doigts, chaque doigt provoque l'apparition d'un anneau; l'espace entre les anneaux reste sombre. Quand la distance entre les doigts atteint une certaine valeur, on voit se former juste au milieu, entre les deux anneaux, un troisième, semblable aux deux déjà existants, mais d'une lueur plus faible. La distance entre les deux doigts nécessaire pour provoquer cet effet croît (par exemple de 20^{cm} à 40^{cm}) à mesure que la raréfaction augmente. A des distances plus grandes entre les deux doigts on voit se former entre les deux anneaux un nombre de deux, trois ou plus d'anneaux équidistants. Chacun de ces anneaux est repoussé par un conducteur approché du tube.

» 6. A une raréfaction assez avancée, les anneaux vert jaunâtre disparaissent et toute la surface du tube luit d'une lumière vert jaunâtre. A une raréfaction encore plus grande, cette lueur apparaît seulement aux bouts du tube, dont la partie centrale reste sombre. Dans ces conditions-là le contact du doigt au verre ne provoque plus d'anneaux.

» 7. Un tube muni de deux fils parallèles à l'axe et isolés l'un de l'autre donne — dans le cas où *un* des fils seulement communique au ruhmkorff — les mêmes phénomènes qu'un tube à fil unique. Mais quand on fait communiquer au pôle du ruhmkorff les *deux* fils conjointement, tout l'espace du tube compris entre les deux fils reste comparativement sombre. Les effets lumineux deviennent surtout intéressants quand la pression du gaz correspond à l'apparition des disques; alors, si les deux fils communiquent au pôle positif, on voit partir de chacun de ces fils aux points les plus proches du verre des lueurs en forme de quarts de disque disposés régulièrement le long des fils; la répartition de ces lueurs est la même sur les deux fils. Quand les fils communiquent au pôle négatif, on voit une lueur unie se diriger de chaque fil à la génératrice la plus proche du tube. Dans les deux cas l'espace entre les fils reste sombre.

» On peut observer des phénomènes très beaux et très instructifs par rapport aux propriétés des rayons cathodiques en employant des tubes communiquant au ruhmkorff, comme il a été décrit plus haut, mais munis sur leur surface extérieure d'une mince bande d'étain collée au verre parallèlement à l'axe du tube et mise à la terre une telle bande, non mise à la terre, n'a aucune influence sensible sur les phénomènes lumineux). On remarque dans ces tubes les phénomènes suivants :

» 8. *Raréfaction modérée.* — Quand le fil communique au pôle positif du ruhmkorff, on voit se former des aigrettes plates d'un violet rougeâtre, régulièrement disposées et dont les points d'émanation d'une lueur plus vive sont posés sur le fil. Ces aigrettes sont dirigées vers la bande d'étain. Quand le fil communique au pôle négatif, on voit une lueur unie entre le fil et la bande.

» 9. *Raréfaction avancée.* — Quand le fil communique au pôle positif, le tube semble rempli d'un brouillard lumineux, et sur la partie de la surface du verre, opposée à la bande d'étain, apparaît une bande phosphorescente vert jaunâtre, coupée par l'ombre nette du fil. L'approche du doigt de l'observateur (isolé de la terre) à la bande d'étain ou l'adjonction à la bande d'une capacité quelconque provoque un rétrécissement de la bande phosphorescente juste vis-à-vis du point de contact. En général,

cette bande phosphorescente apparaît comme sous la forme d'un liquide très mobile, remplissant une partie du tube et sensible à l'approche du doigt et d'un aimant. Quand on fait croître la raréfaction, la mobilité de cette lueur vert jaunâtre semble augmenter.

» Quand le fil communique au pôle négatif, toute la surface du tube devient phosphorescente, et sur cette phosphorescence on voit se manifester toutes les inégalités et aspérités du fil.

» 10. Les phénomènes qui apparaissent dans un tube à deux fils et à bande d'étain, parallèle à l'axe du tube et équidistante des deux fils, sont encore plus intéressants. Un tel tube peut surtout être utile pour manifester les propriétés des rayons cathodiques et principalement pour démontrer l'influence exercée par une cathode auxiliaire sur un filet de rayons cathodiques, et de même pour montrer l'action d'un aimant sur ces rayons.

» 11. Quand la bande d'étain est mise à la terre et les plateaux du condensateur, intercalé entre les pôles du ruhmkorff et le fil, sont approchés jusqu'à contact, le tube apparaît rempli d'une lueur unie, soit que le fil communique au pôle positif ou au pôle négatif. Dans ces circonstances, on peut observer après l'interruption de la marche du ruhmkorff, pendant quelque temps, *quelques minutes même,* une lueur résiduelle du gaz rappelant le phénomène de l'aurore boréale. Cette lueur dure plus longtemps et semble distribuée plus uniformément le long du tube, quand le fil communiquait antérieurement au pôle positif du ruhmkorff.

» 12. A une raréfaction très avancée du gaz, on remarque une désagrégation rapide du fil. Dans un temps relativement bref, la surface intérieure du tube se couvre d'un enduit noir. Quand la bande d'étain est mise à la terre et le fil communique au pôle positif du ruhmkorff, on remarque par places, sur la surface intérieure du tube, une désagrégation inverse du dépôt de platine, accompagnée d'une lueur particulière ayant la forme d'un essaim d'étincelles rougeâtres. Quand on touche le tube du doigt, on voit immédiatement apparaître une telle lueur à la place de contact. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil permettant diverses applications physiologiques de la lumière produite par une lampe à incandescence.* Note de MM. **Foveau de Courmelles** et **G. Trouvé**, présentée par M. Lippmann.

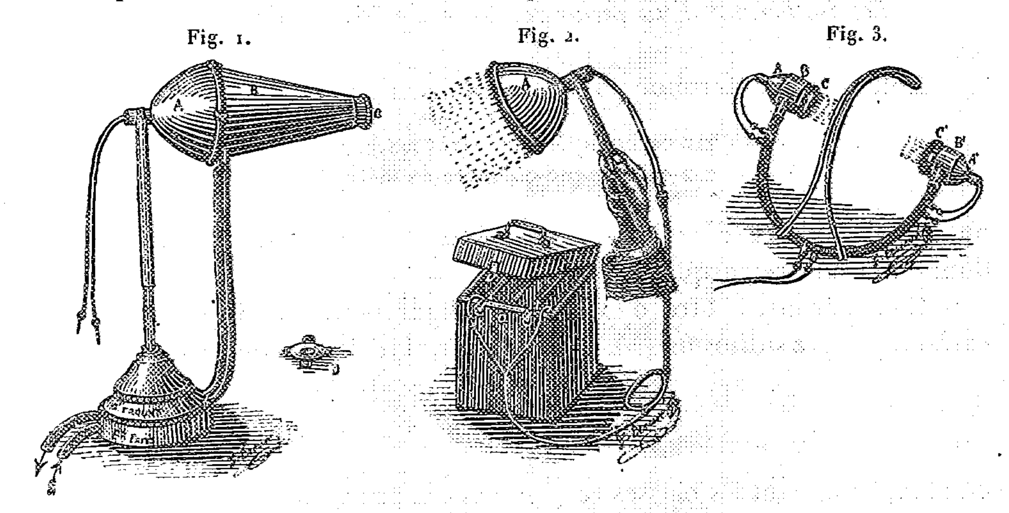
« Les miroirs paraboliques, avec lampe à incandescence placée à leur foyer, augmentent considérablement l'action des rayons lumineux, puisqu'il n'y a nulle déperdition, concentrés qu'ils sont en un faisceau parallèle et dirigeable à volonté (Trouvé). De ce principe dérivent diverses utilisations pratiques, comme d'éclairer fortement le champ d'un microscope et d'étudier l'influence des diverses modalités lumineuses sur les êtres vivants, infusoires, infiniment petits, etc., sur les matières phosphorescentes ou fluorescentes, etc., même avec de faibles intensités lumineuses.

» Comme source d'énergie, on emploie, soit la batterie portative de l'un de nous, soit le courant des secteurs d'éclairage avec des lampes de 1 à 5 ampères, alors faites avec un charbon spécial qui permet de leur donner le maximum d'intensité.

» La lumière et la chaleur totale, puissants toniques de la nutrition végétale et animale, n'ont besoin que du miroir parabolique et de la lumière placée en son foyer.

» La *lumière colorée*, et notamment la lumière rouge, conseillée en ces derniers temps pour empêcher les cicatrices de variole, est obtenue par un disque mobile diversement coloré, placé devant le miroir parabolique.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.



» La *lumière froide* s'obtient par l'absorption des rayons calorifiques, au moyen d'une solution d'alun interposée sur leur trajet et, au besoin, entourée d'un courant d'eau froide.

» La *lumière chimique*, que Finsen a préconisée en Radiothérapie contre le lupus, jusqu'ici incurable, et qui exige avec lui une intensité lumineuse énorme, est produite par nous dans des proportions très suffisantes.

» Notre système est formé d'une lampe variant de un à cinq ampères au foyer du miroir parabolique décrit plus haut, de l'un de nous, puis d'un tronc de cône s'y emboîtant par sa grande base et terminé à sa petite base par une lentille plan convexe de quartz, destinée à ne laisser passer que les rayons chimiques ultra-violets; entre la lampe à incandescence et la lentille terminale se trouvent, l'un entourant l'autre, un manchon extérieur dans lequel circule un courant d'eau froide constamment renouvelée, et un manchon intérieur contenant une solution cupro-ammoniacale destinée à

ne laisser passer que la lumière chimique. L'air chaud entourant la lampe à incandescence peut s'échapper par de petits trous appropriés. Nous avons pu limiter la quantité d'eau employée, généralement considérable : une pompe fait circuler indéfiniment la même petite quantité d'eau qui vient se refroidir dans un récipient extérieur. Divers robinets permettent soit la circulation d'eau froide, soit le renouvellement de la solution cupro-ammoniacale que les rayons lumineux altèrent rapidement. »

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction des mélanges gazeux. Les isothermes d'un mélange.* Note de M. F. CAUBET [1].

« Nous avons déterminé pour les deux groupes

gaz carbonique-gaz sulfureux,
gaz carbonique-chlorure de méthyle,

un grand nombre d'isothermes *complètes*. La forme de ces isothermes donne lieu aux remarques suivantes :

» Considérons, à titre d'exemple, la ligne limite n° 3 du groupe gaz carbonique-gaz sulfureux [2]. La concentration du mélange est

$$\frac{m_2}{m_1+m_2} = 0,33238,$$

m_1 et m_2 désignant les masses respectives des gaz carbonique et sulfureux.

» La température critique est 68°. La température du point d'abscisse maximum, 74°,4.

» Nous possédons sur ce mélange sept isothermes complètes :

» Trois isothermes inférieures à l'isotherme critique et correspondant aux températures 44°,5, 54°,4, 65°,3 ;

» L'isotherme critique 68° ;

» Trois isothermes de condensation rétrograde, supérieures à l'isotherme critique et correspondant aux températures 70°, 72°, 74°.

» L'expérience fournit les résultats suivants :

» I. Toute isotherme inférieure à l'isotherme critique coupe la courbe

---

(1) Travail fait au laboratoire de Physique théorique de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

(2) Voir *Comptes rendus*, séance du 26 mars 1900.

de saturation : 1° en un point de rosée; 2° en un point d'ébullition. En chacun de ces points, l'isotherme présente un *point anguleux*.

» Au point de rosée, l'isotherme pratique descend *moins rapidement*, de gauche à droite, que l'isotherme relative à la vapeur homogène.

» Au point d'ébullition, l'isotherme pratique descend *moins rapidement*, de gauche à droite, que l'isotherme relative au liquide homogène.

» II. L'isotherme critique coupe la courbe de saturation : 1° en un point de rosée; 2° au point critique, qu'on peut indistinctement regarder, soit comme un point de rosée, soit comme un point d'ébullition.

» Au point de rosée, le résultat est le même que pour les isothermes inférieures à l'isotherme critique.

» Au point critique, *le point anguleux n'existe plus*. L'isotherme des états homogènes et l'isotherme pratique ont en ce point la même tangente.

» III. Toute isotherme de condensation rétrograde coupe la courbe de saturation en deux points de rosée, le premier correspondant à l'apparition de la goutte liquide, le second correspondant à sa disparition.

» Au premier point de rosée, le résultat est toujours le même.

» Au second point de rosée, l'isotherme pratique descend *plus rapidement* de gauche à droite que l'isotherme relative à la vapeur homogène. Ce deuxième point anguleux se conserve jusqu'à l'isotherme limite tangente à la ligne de rosée pour laquelle il disparaît.

» Ces résultats se précisent par la considération suivante :

» Soit un point mobile pris sur la *ligne d'ébullition* et situé loin du point critique. Formons, en ce point, l'excès du coefficient angulaire de la tangente à l'isotherme des états homogènes, sur le coefficient angulaire de la tangente à l'isotherme pratique. Cet excès est positif. Si le point mobile marche vers le point critique, cet excès, toujours positif, diminue constamment et s'annule au point critique, où il change de signe. Devenu négatif au delà du point critique, il continue à diminuer (augmente par suite en valeur absolue), passe par un minimum, puis croît de nouveau, pour reprendre la valeur zéro au point de contact de l'isotherme limite. Il redevient positif en ce point, et augmente constamment quand le point mobile descend le long de la ligne de rosée.

» Ces faits, mis hors de doute par l'expérience, sont entièrement conformes aux hypothèses et aux déductions de M. Duhem [1].

---

[1] DUHEM, *Traité de Mécanique chimique*, t. IV, Chap. IV, p. 144-156.

» Cette forme des isothermes, jointe au théorème de Blümcke, exige que, en dehors des points situés sur la courbe de saturation, l'isotherme théorique coupe l'isotherme pratique en un nombre impair de points aux températures inférieures à la température critique, et en un nombre pair aux températures de condensation rétrograde.

» Dans un Rapport présenté au Congrès international de Physique, réuni à Paris en 1900, M. Mathias donne un dessin représentant les isothermes d'un mélange binaire de fluides. Dans ce dessin, l'allure des isothermes inférieures à la température critique est conforme à l'expérience; mais, contrairement à l'expérience, l'isotherme critique présente au point critique un point anguleux. Les isothermes de condensation rétrograde ne sont pas représentées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude des gaz raréfiés.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« On sait, depuis les expériences de M. Villard et de M. Chabaud, que les tubes soumis au vide de Crookes émettent de l'hydrogène, soit que ce gaz s'échappe du verre, soit que les rayons réducteurs partis de la cathode pendant l'observation du spectre proviennent de la décomposition de l'eau adhérente aux parois. Il résulte, en outre, des expériences suivantes que, *en dehors de toute excitation électrique ou lumineuse,* le verre émet des gaz réducteurs qui se renouvellent à mesure de leur absorption, comme s'ils possédaient une tension fixe, et dont le pouvoir réducteur dépasse celui de l'hydrogène libre.

» *Première série.* — Éliminons d'abord l'excitation électrique. Des tubes d'une capacité de 45^{cc} à 50^{cc} renfermaient : les uns A, B, C, D, 5^{gr} d'oxyde rouge, les autres *a*, *b*, *c*, *d*, 5^{gr} d'oxyde jaune de mercure. Les tubes A, B et *a*, *b* avaient été remplis d'hydrogène et les quatre autres avaient été soumis à un vide de $\frac{1}{2000000}$. L'ensemble des huit tubes fermés à la lampe avait été placé sur un toit, le 8 janvier 1900.

» Au bout d'un mois, malgré le temps brumeux, la surface supérieure de l'oxyde mercurique avait nettement noirci dans l'atmosphère d'hydrogène et légèrement dans les tubes vides. Le 16 mars, l'oxyde était visiblement altéré dans tous les tubes; mais le phénomène était plus apparent sur l'oxyde rouge que sur l'oxyde jaune.

» Pendant les jours ensoleillés, en renouvelant par agitation la surface de la couche superficielle de l'oxyde, le changement de couleur apparaissait en quelque heures, et j'ai constaté, même sur les tubes vides à oxyde rouge, l'apparition d'un miroir métallique, preuve manifeste de la réduction de l'oxyde.

» Je m'attendais à constater une forte absorption d'hydrogène dans les tubes A et B

et une notable formation d'oxygène dans les tubes C, D, ... Or, en ouvrant ces tubes le 20 septembre, c'est-à-dire au bout de 8 mois :

Le tube A (ox. rouge) accusa une disparition de $4^{cc},8$ d'hydrogène,
Le tube *a* (ox. jaune) » $4^{cc},3$ »

» La première quantité correspond à 89^{mgr}, la deuxième à 80^{mgr} de sous-oxyde Hg^2O. Le dosage direct de l'oxyde réduit ([1]) correspond à une formation de 170^{mgr} de sous-oxyde dans le cas du précipité *per se*, et de 103^{mgr} dans le cas de l'oxyde jaune; d'où je conclus qu'une certaine quantité d'oxyde mercurique s'est réduite ou s'est décomposée en dehors de l'action de l'hydrogène. Pour démontrer qu'il s'est fait une réduction, il suffit d'ouvrir sous l'eau bouillie les tubes D et *d*, vides d'air. Le premier renferme $0^{cc},35$ de gaz, le second $0^{cc},25$, et le volume total, $0^{cc},6$, de ces gaz contient au maximum $0^{cc},20$ d'un gaz qui ne s'absorbe par la potasse qu'en présence d'acide pyrogallique. Le volume $0^{cc},6$ paraît donc à peu près exclusivement constitué par de l'air provenant sans doute des gaz occlus par l'oxyde métallique. D'autre part, l'oxyde réduit dans le seul tube D donne un poids de calomel correspondant à 40^{mgr} de sous-oxyde, soit à $1^{cc},1$ d'oxygène libre calculé d'après la formule

$$2\,HgO = Hg^2O + O.$$

Or, nous sommes loin d'avoir recueilli ce volume de gaz; dès lors, il a été enlevé par un corps réducteur, H ou CO, et transformé soit en eau, soit en carbonate. Il est difficile d'admettre sa transformation en un peroxyde mercurique inconnu, car celui-ci eût réoxydé l'oxyde mercureux en solution acétique.

» *Deuxième série d'expériences.* — Il y a plus : un tube d'oxyde rouge rempli d'oxygène et fermé à la lampe avait été placé à côté des tubes précédents. Au soleil, l'oxyde rouge a noirci presque aussi rapidement que dans les tubes vides; un miroir métallique a même apparu. Comme, au bout de huit mois, il n'y avait pas d'excès de pression dans le tube et que l'on constatait la formation d'azotate mercureux en dissolvant le solide dans l'acide azotique étendu, c'est que l'oxyde mercurique est réductible dans le verre, même au sein de l'oxygène.

» Ces cas se distinguent donc des décompositions spontanées observées par M. Berthelot.

» *Troisième série d'expériences.* — Dans les cas précédents, l'excitation de la lumière et celle de la chaleur solaire interviennent; mais voici des essais où ces causes ont été éliminées :

» J'avais réservé comme témoins un certain nombre de tubes analogues aux précédents, et je les avais enfermés sous papier gris dans une cave profonde et obscure, du 8 janvier au 21 septembre. A cette dernière date, j'ai constaté un changement de couleur dans tous les tubes. Celui d'entre eux qui contenait de l'oxyde rouge dans une atmosphère d'hydrogène avait absorbé $2^{cc},8$ de ce gaz et renfermait un poids

---

([1]) A cet effet, on dissout tout le solide dans l'acide acétique concentré et tiède; on précipite par HCl l'acétate de sous-oxyde; on lave à l'eau acidulée et l'on pèse le calomel précipité.

correspondant à 41^{mgr} de sous-oxyde Hg^2O, tandis que l'oxyde jaune n'avait absorbé le 10 novembre que $1^{cc},5$ d'hydrogène.

» Ces nombres montrent que, même dans l'obscurité, l'hydrogène réduit les oxydes mercuriques, mais que l'action du verre est peu sensible dans ces conditions. Elle n'est toutefois pas nulle, car dans les tubes vides d'air, non seulement l'oxyde métallique paraît altéré à la vue, mais, en outre, l'analyse de cet oxyde indique la formation de composés mercureux, c'est-à-dire une réduction.

» En résumé : l'oxyde rouge de mercure est, dans ces expériences, plus altérable que l'oxyde jaune, mais tous deux subissent l'influence réductrice du verre. J'examine actuellement si cette influence tient uniquement à la composition chimique du verre ou si l'hydrogène, dont M. Armand Gautier vient de constater l'existence notable dans l'air atmosphérique, est capable de se dialyser à travers le verre, ou si enfin le contact intime de quelque substance, verre ou poudre, surexcite l'activité de l'hydrogène, comme HCl ou H^2O surexcite celle du fluor dans les expériences de M. Moissan. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Influence de la pression dans les phénomènes d'équilibres chimiques* [1]. Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

« J'ai montré précédemment [2] que les résultats numériques obtenus dans l'étude de la réaction réversible $2CO \rightleftharpoons CO^2 + C$ vérifiaient la formule donnant la loi générale approchée de l'équilibre des systèmes gazeux à toute température; mais, dans cette vérification, la pression n'intervenait pas par suite des conditions mêmes des expériences. Il était intéressant de voir si, en opérant à des pressions différentes de la pression atmosphérique, les résultats obtenus vérifieraient encore la formule.

» Partie expérimentale. — 1° $2CO = CO^2 + C$. Les expériences ont été faites à 800°; mais comme la quantité d'acide carbonique formé est très faible, j'ai substitué la méthode pondérale à la méthode volumétrique.

» L'appareil en porcelaine, décrit dans une Note antérieure [3], garni de morceaux de charbon de bois, est traversé par un courant d'oxyde de carbone dilué dans l'azote; pour préparer ce mélange gazeux, on remplit partiellement un gazomètre de Regnault d'oxyde de carbone pur, et l'on complète avec de l'azote obtenu en faisant passer de

(1) Travail fait au Collège de France, laboratoire de M. H. Le Chatelier.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 132.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1522.

l'air sur une colonne de cuivre chauffé au rouge. A la sortie de l'appareil, le mélange gazeux est reçu dans l'eau de baryte. On pèse le carbonate de baryte obtenu, et l'on en déduit la quantité d'acide carbonique formé.

» Le mélange gazeux employé pour ces expériences contenait 27 pour 100 d'oxyde de carbone pur.

» 1° $5^{\text{lit}},800$ du mélange gazeux pendant une heure et demie.

$1^{\text{lit}},566$ de CO correspondant.

CO^3Ba obtenu : $0^{\text{gr}},323$.

CO^2 correspondant : $0^{\text{gr}},0838$; soit 0,68 pour 100 du volume total.

» 2° 5^{lit} en 1 heure;

$1^{\text{lit}},350$ de CO correspondant;

CO^3Ba obtenu : $0^{\text{gr}},256$;

CO^2 correspondant : $0^{\text{gr}},057$; soit 0,63 pour 100 du volume total.

» A la température de 800°, un mélange gazeux contenant 27 pour 100 d'oxyde de carbone dilué dans l'azote donne lieu à la formation de 0,65 pour 100 de gaz carbonique.

» 2° $CO^2 + C = 2CO$. — Les expériences ont également été faites à 800°. L'appareil en porcelaine, garni de morceaux de charbon de bois, est rempli d'air à la pression atmosphérique; puis on ferme le robinet à pointeau, et l'extrémité libre du robinet à trois voies plonge dans le mercure. L'oxygène ainsi renfermé dans l'appareil se combine au carbone, et l'on a de l'acide carbonique dilué dans l'azote de l'air en présence de charbon; sa pression est égale au cinquième de la pression atmosphérique.

» Les résultats obtenus ont été les suivants :

Temps de chauffe.	CO^2.	CO.
8 minutes	56,37	43,63
1 heure	38,35	61,65
2 »	28,57	71,43
6 »	14,64	85,35
7 heures 30 minutes	9,1	90,9
9 heures	5,95	94,05

» Au bout de neuf heures de chauffe, nous ne sommes pas encore arrivés à la limite obtenue dans la réaction $2CO = CO^2 + C$. Remarquons de plus que la vitesse de réaction est beaucoup plus petite dans le cas des pressions réduites : il faut plus de neuf heures pour atteindre la limite de réaction, au lieu de deux heures ([1]); et que la réaction $2CO \rightleftharpoons CO^2 + C$ décroît par une diminution de pression, ce qui confirme la loi de l'opposition de la réaction à l'action, telle qu'elle a été énoncée par M. Le Chatelier.

» Vérification de la formule. — La formule proposée par M. Le Chatelier ([2])

$$500 \int L \frac{dT}{T^2} + N \operatorname{Log}_e P + \operatorname{Log}_e \frac{c^n c'^{n'} \ldots}{c_1^{n_1} c_1'^{n_1'} \ldots} = \text{const.}$$

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1524.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXXX, p. 132.

devient, après transformation,

$$-\frac{21000}{T}+\mathrm{Log}_e\frac{c}{c_1^2}=\text{const.}$$

» Les données expérimentales sont

$$T = 273 + 800 = 1073,$$
$$c = 0{,}0065,$$
$$c_1 = 0{,}2635,$$

ce qui conduit à

$$\text{const.} = -21{,}9.$$

» La concordance avec les valeurs trouvées précédemment est satisfaisante; ce qui démontre la généralité de la formule, et permet par suite de déterminer la composition du mélange gazeux résultant de l'action de l'air sur le charbon à différentes températures. La constante ayant été prise égale à $-21{,}4$, comme dans les calculs antérieurs, voici les résultats auxquels on arrive pour des températures variant de 450° à 1050° :

Températures.	$c(CO^2)$.	$c_1(CO)$.
450°	> 0,194	< 0,014
500	0,186	0,024
550	0,169	0,052
600	0,14	0,099
650	0,102	0,163
700	0,065	0,228
750	0,033	0,279
800	0,025	0,308
850	0,0074	0,321
900	0,0032	0,328
950	0,002	0,33
1000	0,0009	0,3318
1050	0,0004	0,3326

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les séléniures de cuivre*. Note de M. **Fonzes-Diacon**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le sélénium s'unit au cuivre en donnant deux combinaisons, le séléniure cuivreux, Cu^2Se, et le séléniure cuivrique, $CuSe$.

» Berzélius a préparé le séléniure cuivreux par voie sèche en décomposant le séléniure cuivrique par la chaleur; M. Margottet l'a obtenu en beaux cristaux cubiques (octaèdres) par l'action ménagée de vapeurs de sélénium

sur le cuivre au rouge. D'après Parkmann, il se précipite sous forme d'une poudre *noire* d'une solution bouillante d'un sel de cuivre additionnée d'anhydride sulfureux et de sélénium rouge.

» Quant au séléniure cuivrique, Berzélius l'a obtenu par l'action de l'hydrogène sélénié sur un sel de cuivre, et Little, par l'action des vapeurs de sélénium sur le cuivre légèrement chauffé.

» J'ai essayé d'appliquer d'autres méthodes à la préparation des composés séléniés du cuivre.

» *Séléniure cuivrique.* — Le chlorure cuivrique anhydre se transforme facilement en le séléniure correspondant sous l'action de l'hydrogène sélénié.

» Si la réaction a lieu vers 200°, le séléniure conserve la forme cristalline du chlorure cuivrique; les nacelles renferment de longues aiguilles prismatiques, d'un noir bleuté, répondant à la formule CuSe.

» Si la réaction s'effectue à température plus élevée, au rouge sombre, le séléniure cuivrique est en masses fondues, mais a subi un commencement de décomposition.

» *Séléniure cuivreux.* — Lorsqu'on fait passer un courant d'hydrogène sélénié dans une solution chlorhydrique de chlorure cuivreux, il se forme rapidement un précipité très dense qui, lavé à l'eau chlorhydrique, puis à l'eau distillée, constitue une poudre d'un beau *vert olive* foncé. A l'analyse il répond à la formule Cu^2Se.

» Le séléniure cuivreux cristallisé se forme quand on fait passer de l'hydrogène sélénié entraîné par un courant d'hydrogène sur du chlorure cuivrique anhydre, ou sur du chlorure cuivreux, portés au rouge.

» Après l'opération, les nacelles renferment un produit bien cristallisé, brillant, formé d'octaèdres et de tétraèdres d'une belle couleur *vert foncé*.

» Ces mêmes cristaux, mais de faibles dimensions, se forment quand on réduit au rouge par l'hydrogène le séléniure cuivrique prismatique dont nous avons parlé plus haut. Ces prismes bleus prennent une coloration verte, et chacun d'eux se transforme en une série de petits octaèdres accolés.

» La réduction du séléniate cuivrique par l'hydrogène à haute température ne nous a donné que du cuivre métallique, car ce sel est dissocié d'abord et l'oxyde qui en résulte réduit ensuite.

» J'ai obtenu un meilleur résultat en réduisant le séléniate de cuivre par le charbon à l'abri de l'air, dans un four Perrot. Le creuset renferme, au-dessus du charbon, de brillants cristaux, vert foncé, affectant la forme de cubes non modifiés, d'octaèdres et de doubles tétraèdres.

» La réduction de ce même composé, au four électrique, sous un arc de 80 volts et 150 atmosphères, est totale; il ne reste dans le creuset qu'un bouton de cuivre métallique.

» *Propriétés.* — Les séléniures de cuivre sont solubles dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de SeH^2. L'acide chlorhydrique gazeux les attaque également au rouge sombre. L'acide azotique les transforme à chaud en sélénite de cuivre; l'acide sulfurique les dissout avec dégagement de SO^2.

» Le chlore en déplace facilement le sélénium; l'hydrogène ne les réduit qu'au rouge vif.

» L'ammoniaque attaque plus énergiquement le séléniure cuivreux que le séléniure cuivrique; le sulfhydrate ammonique les dissout partiellement.

» *En résumé*, j'ai préparé le séléniure cuivrique, Cu Se, par des méthodes nouvelles.

» J'ai obtenu du séléniure cuivreux, par voie humide, sous forme d'un précipité vert; ce même composé, parfaitement cristallisé, prend naissance dans la réduction du séléniure cuivrique par l'hydrogène, dans la réduction du séléniate de cuivre par le charbon, et dans l'action de l'hydrogène sélénié sur les chlorures de cuivre à haute température. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques chlorobromures du thallium* (1).
Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Moissan.

« Dans des publications antérieures (2), nous avons mentionné l'action qu'exerce le brome sur le chlorure thalleux et signalé l'existence de chlorobrumures appartenant à l'un des types de combinaison suivants :

$$Th^2X^3, \quad ThX^2 \quad \text{et} \quad ThX^3 \; (^3).$$

» Nous nous proposons aujourd'hui d'étudier les chlorobromures du type Th^2X^3 obtenus directement par l'action du brome sur le chlorure Th Cl en présence de l'eau. Le mode opératoire était le suivant :

» On délaye $9^{gr},6$ de chlorure thalleux avec un peu d'eau (50^{cc} à 100^{cc}, par exemple), puis on ajoute 2^{gr} de brome, c'est-à-dire une quantité légèrement supérieure à celle nécessaire théoriquement pour transformer Th Cl en composé du type Th^2X^3 (quantité théorique = 1,6). On obtient ainsi, quand tout le brome a disparu, une poudre jaune insoluble à froid. On ajoute une grande quantité d'eau, de façon à faire environ 1^{lit}, puis on porte à l'ébullition jusqu'à ce que tout ce qui est susceptible de se dissoudre soit dissout. Pendant le temps de chauffe, une légère hydrolyse se produit; afin d'avoir une liqueur bien limpide, on filtre et l'on soumet à des cristallisations fractionnées.

---

(1) Laboratoire d'Enseignement pratique de Chimie appliquée.

(2) *Comptes rendus* du 26 novembre 1900 et Procès-verbal de la *Société chimique*, séance du 23 novembre.

(3) Ces formules doivent être considérées comme exprimant simplement les rapports existant entre les atomes de thallium et d'halogène, sans tenir compte de leur grandeur moléculaire.

» En abandonnant la liqueur à un refroidissement très lent on observe, au voisinage de 40°, un dépôt de petites lamelles hexagonales. Lorsque la température atteint 33°, on recueille le produit formé, dont le poids atteint près de 2gr (produit n° 1). Entre 33° et 24° (température du laboratoire où étaient faites les expériences), on obtient un nouveau dépôt tout à fait semblable d'aspect au précédent et de poids à peu près égal (produit n° 2).

» La liqueur était alors concentrée et sa concentration était telle que, par refroidissement, on obtenait environ 3gr d'un produit se différenciant nettement des précédents en ce qu'il n'était pas homogène (produit n° 3). Il était constitué en grande partie par des aiguilles très nettes, groupées souvent en forme de feuilles de fougère, mélangées à des lamelles hexagonales analogues à celles des dépôts précédents.

» Tous ces produits, du reste, ont une couleur analogue orangée plus ou moins foncée. Les aiguilles possèdent l'intensité de coloration la plus grande.

» Si l'on continue à concentrer la liqueur mère, on observe ensuite des lamelles hexagonales (produit n° 4), puis, lorsque la concentration est poussée suffisamment loin, on obtient à nouveau des aiguilles.

» Jusqu'à présent, nous n'avons pu réussir à obtenir ces aiguilles à l'état de pureté absolue. Les conditions qui permettraient de les préparer indépendamment des lamelles hexagonales nous sont encore inconnues : deux faits seulement doivent être considérés comme bien démontrés, à savoir : l'influence qu'exerce sur la formation de ce corps, d'une part la concentration de la solution, et d'autre part la vitesse de refroidissement. Pour observer sa formation, il nous a semblé nécessaire d'opérer en solution concentrée et d'éviter tout refroidissement brusque.

» Voici les résultats de dosages se rapportant aux différents produits d'une même préparation :

	Produit n° 1. Homogène. Lamelles hexagonales orangées.	Produit n° 2. Homogène. Lamelles hexagonales orangées.	Produit n° 3. Aig. mélangées de lamelles hexagonales.	Produit n° 4. Lamelles hexagonales orangé jaune.
Br...........	20,58	20,90	17,34	16,15
Cl...........	8,96	8,75	10,79	11,52
Th (thalleux)..	52,35	52,53	»	»

» Quelles que soient, du reste, les préparations, ces nombres sont constants. L'analyse de composés correspondant à ceux désignés dans les

deux premières colonnes et provenant de préparations différentes a donné :

Br	20,44	20,53	20,70
Cl	8,94	8,84	9,13

» Pour les produits non homogènes mentionnés dans la troisième colonne, les nombres trouvés à l'analyse sont :

Br	17,77	18,88
Cl	10,43	10,07

» Ces résultats analytiques sont fort intéressants. Ils montrent nettement que :

» 1° Les premiers dépôts ont toujours même composition et correspondent exactement à la formule $Th^4Cl^3Br^3$, qui exige Br 20,65, Cl 9,15, Th (thalleux) 52,64;

» 2° La teneur en brome s'abaisse et celle du chlore augmente en même temps qu'apparaissent les aiguilles [1];

» 3° Les dépôts qui se forment après l'apparition des premières aiguilles, même lorsqu'ils sont constitués totalement par des lamelles hexagonales, se distinguent des dépôts précédents par une teneur moindre en brome et une teneur en chlore plus élevée.

» Dans ces conditions, l'action du brome sur le chlorure thalleux ne donnant pas le produit d'addition qu'on pouvait théoriquement prévoir : Th^2Cl^2Br, la réaction paraît assez complexe. Les composés qu'on obtient ainsi, renfermant tous pour un atome de thallium moins d'un atome de chlore, résultent vraisemblablement de la décomposition de corps formés tout d'abord d'une façon régulière, mais instables dans les conditions de l'expérience. Le processus de toutes ces réactions nous est par suite inconnu, mais, avant de tenter de les expliquer, il est nécessaire d'avoir une base solide.

» *Analyse*. — La méthode d'analyse employée consiste, pour le thallium (à l'état thalleux), à dissoudre le composé dans l'eau et à oxyder par le bromure d'or. Le poids d'or réduit multiplié par 1,5533 donne le poids de thallium.

» Pour le dosage des halogènes, on doit précipiter tout d'abord la solution de chlorobromure par l'ammoniaque, pour la débarrasser des com-

---

(1) Cette variation de la teneur pour 100 en halogènes peut provenir soit de la présence de ces aiguilles, soit de la présence des lamelles hexagonales qui les accompagnent. C'est un point que nous éclaircirons ultérieurement.

posés thalliques qu'elle contient. Dans la solution, la présence de sels thalleux ne gêne en rien la précipitation des halogènes par l'azotate d'argent. Le mélange $AgCl + AgBr$ est pesé, puis transformé en chlorure. On en déduit alors facilement la teneur pour 100 en chlore et en brome.

» Dans de prochaines Notes, nous continuerons l'exposé de nos recherches sur ce sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des réactifs réducteurs sur les deux éthers nitrodiméthylacryliques isomères* ([1]). Note de MM. **L. Bouveault** et **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« Nous avons montré dans deux précédentes Notes que la nitration directe du diméthylacrylate d'éthyle conduit à un dérivé nitré de constitution

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle C = \underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{C}} - COOC^2H^5$$

» Ce dernier, traité par la potasse alcoolique, fournit le dérivé potassique d'un dérivé nitré isomère

$$\begin{matrix} CH^2 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle C - \underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{CH}} - COOC^2H^5$$

que nous désignons sous le nom de *dérivé* β *nitré*, le nom de l'isomère α étant réservé au premier.

» Nous avons essayé sur ces deux corps l'action des agents de réduction.

» *Dérivé* α *nitré*. — Le zinc en solution alcoolique n'agit que très faiblement sur ce produit en donnant des corps mal définis que la distillation décompose.

» L'étain et l'acide chlorhydrique n'agissent bien qu'à chaud. Ce dérivé nitré disparaît et se trouve remplacé par du diméthylacrylate d'éthyle. On trouve dans la solution aqueuse l'ammoniaque combinée au chlorure d'étain.

» L'étain et l'acide chlorhydrique se montrant des réducteurs trop énergiques, nous avons employé le chlorure stanneux en solutions alcoolique et chlorhydrique qui semblent s'être comportées de la même manière.

» Le sulfite et bisulfite de sodium dissolvent lentement à chaud le dérivé α nitré en donnant naissance à des composés salins très solubles dont l'étude n'est pas terminée.

» Le sodium réagit sur le nitrodiméthylacrylate d'éthyle α dissous dans l'éther humide d'une manière tout à fait inattendue. Une fois l'addition du sodium terminée, on

---

([1]) Institut chimique de Nancy.

constate que la solution éthérée ne contient plus rien et que tout le produit est passé dans l'eau, qui s'est colorée en jaune. Cette solution alcaline, acidifiée par l'acide chlorhydrique, dégage abondamment de l'acide en même temps qu'il se dépose une huile d'odeur piquante que l'on extrait par agitation à l'éther et distillation.

» Ce nouveau produit possède la composition d'un nitro-isobutylène; il bout à 50°-55° sous 10^{mm} et à la pression ordinaire vers 155° en se décomposant légèrement. Il a pris naissance simplement dans l'action saponifiante de la soude naissante sur l'éther nitré α suivant l'équation

$$\begin{matrix}CH^3 \\ CH^3\end{matrix}\!\!>\!C=\underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{C}}-COOC^2H^5+NaOH=\begin{matrix}CH^3 \\ CH^3\end{matrix}\!\!>\!C=\underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{C}}-COONa+C^2H^6O,$$

et l'acide libre, mis en liberté par l'acide chlorhydrique, se décompose aussitôt en acide carbonique et nitro-isobutylène

$$\begin{matrix}CH^3 \\ CH^3\end{matrix}\!\!>\!C=\underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{C}}-COOH=CO^2+\begin{matrix}CH^3 \\ CH^3\end{matrix}\!\!>\!C=\underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{CH}}.$$

» La soude aqueuse provoque, en effet, cette même réaction en chauffant légèrement au-dessous de 50°-55°. Si l'on chauffe à une température plus élevée, on obtient des produits bruns qui proviennent de l'altération du nitro-isobutylène. La réaction se fait, au contraire, d'une manière presque quantitative quand on opère avec le sodium et l'éther.

» Ce nitro-isobutylène présente la plupart des propriétés d'un produit obtenu par Haitinger dans l'action de l'acide nitrique fumant sur le triméthylcarbinol et aussi sur l'isobutylène; il semble identique avec lui (*Liebigs Ann.*, t. CXCIII, p. 366).

» *Action de l'amalgame d'aluminium.* — Nous avons trouvé dans l'amalgame d'aluminium un réducteur extrêmement commode et précieux. Nous l'avons préparé suivant les indications de MM. H. Wislicenus et L. Kaufmann (*Berichte d. deuts. chem. Gesellschaft*, t. XXVIII, p. 1325). 15^{gr} à 20^{gr} du couple ainsi préparé sont mis en suspension dans une assez grande quantité d'éther placée dans un ballon relié à un bon réfrigérant ascendant. On ajoute, par petites portions, 30^{gr} du dérivé nitré et l'eau nécessaire à la réaction. Cette dernière est très vive et provoque une ébullition tumultueuse de l'éther; on termine l'opération en maintenant pendant quelques heures cette ébullition par un chauffage au bain-marie. On sépare par filtration à la trompe le volumineux précipité d'alumine qui a pris naissance, on le lave à l'éther plusieurs fois et il ne reste qu'à distiller l'éther.

» Le résidu qu'il laisse est distillé dans le vide et l'on obtient ainsi un liquide incolore, très mobile, d'odeur désagréable, bouillant à 93°-95° sous 18^{mm}, $d_4^0 = 1,018$, et qui constitue l'amidodiméthylacrylate d'éthyle

$$\begin{matrix}CH^3 \\ CH^3\end{matrix}\!\!>\!C=\underset{\displaystyle AzH^2}{\underset{|}{C}}-COOC^2H^5.$$

» Ce composé est légèrement soluble dans l'eau et est miscible à tous les dissolvants organiques neutres. Il jouit de propriétés alcalines manifestes dues à la présence du groupe AzH^2; il se dissout dans les acides étendus; la soude et le carbonate de sodium le remettent en liberté.

» Nous avons cherché à caractériser cette amine par des dérivés cristallisés; nous l'avons pour cela transformée en urée. Il suffit d'ajouter à sa solution chlorhydrique une solution de cyanate de potassium pour qu'aussitôt il se produise un précipité cristallisé constitué par l'*uréodiméthylacrylate d'éthyle*

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = \underset{\displaystyle AzH - CO - AzH^2}{\underset{|}{C}} - COOC^2H^5$$

» Ce composé forme de belles aiguilles incolores fondant à 175°-176°, très peu solubles dans l'eau même bouillante, assez solubles dans l'alcool éthylique et méthylique, peu solubles dans l'éther.

» L'isocyanate de phényle réagit très vivement sur l'amidodiméthylacrylate d'éthyle dissous dans l'éther anhydre. L'éther entre en ébullition et, par refroidissement, abandonne des cristaux qui y sont peu solubles et qui sont constitués par la *phénylurée* correspondante

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = \underset{\displaystyle AzH - CO - AzH - C^6H^5}{C} - COOC^2H^5$$

qui forme, après recristallisation dans l'alcool méthylique bouillant, de belles aiguilles incolores fondant à 130°.

» L'ébullition avec les alcools aqueux transforme déjà partiellement cette phénylurée en un composé bien cristallisé, fondant à 225°-226° après une nouvelle cristallisation dans l'alcool méthylique aqueux.

» Ce composé est l'*isopropénylphénilhydantoïne,* qui prend naissance à partir du phényluréo-diméthylacrylate d'éthyle suivant l'équation

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = \underset{\displaystyle AzH - CO - AzH - C^6H^5}{\underset{|}{C}} - COOC^2H^5 = C^2H^6O + \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = \begin{matrix} C & - & CO \\ | & & \\ AzH & - & CO \end{matrix}\!\!>AzH - C^6H^5.$$

» Si au contraire on fait bouillir avec la soude aqueuse le phényluréo-diméthylacrylate d'éthyle, il se dissout entièrement; l'acide acétique régénère de la solution l'acide correspondant qui forme de beaux petits cristaux qui fondent en bouillonnant à 195°-196° et qui constituent l'acide *phényluréo-diméthylacrylique.*

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = \underset{\displaystyle AzH - CO - AzH - C^6H^5.}{\underset{|}{C}}OOH$$

» Cet acide est peu soluble dans l'eau et l'éther, assez soluble dans l'alcool méthylique. Il est accompagné dans sa formation d'une certaine quantité de l'hydantoïne que nous venons de décrire. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la tannase*. Note de M. A. **Fernbach**, présentée par M. Duclaux.

« Depuis les travaux bien connus de M. Van Tieghem sur la fermentation gallique, on n'a pas, à notre connaissance, publié de recherches sur le mécanisme de la production de cet acide aux dépens du tannin. On sait maintenant que cette transformation est une simple hydrolyse de l'acide digallique, et il est naturel de penser que les moisissures qui interviennent dans la fermentation gallique opèrent l'hydrolyse du tannin à l'aide d'une diastase particulière, la *tannase*. Nous avons réussi à isoler cette diastase en suivant la méthode décrite ci-après :

» Comme producteur de tannase, nous avons choisi l'*Aspergillus niger;* on sait quel nombre considérable de diastases diverses cette moisissure est capable de produire lorsqu'on fait varier les conditions de sa culture. Mais d'autres considérations ont dicté notre choix : l'*Aspergillus niger* se trouve toujours au nombre des moisissures qui interviennent dans les fermentations galliques industrielles et, de plus, sa présence est constante dans la noix de galle de Chine, matière première la plus employée dans la fabrication de l'acide gallique. Si, en effet, on choisit dans un lot de noix de galle de Chine celles qui sont intactes, qui ne présentent aucune fissure, on trouve dans chacune, en la brisant, au milieu de débris divers, une petite touffe blanche qui, ensemencée dans du liquide Raulin, donne toujours naissance à une culture d'*Aspergillus niger*.

» Nous avons cultivé de l'*Aspergillus niger* ayant cette origine sur du liquide Raulin dans lequel le sucre était remplacé par du tannin. La récolte obtenue est toujours plus maigre que sur le liquide Raulin normal. Cette récolte peut être mise en macération dans l'eau pure, après lavage, sous la pression normale ou dans le vide, ou bien être séchée à basse température et broyée, lorsqu'il s'agit de la conserver pour la traiter ultérieurement de la même manière que la récolte fraîche.

» On obtient ainsi une macération qui agit sur le tannin, mais toujours assez lentement. Pour avoir un liquide très actif, nous n'avons jusqu'ici essayé qu'une méthode qui consiste à concentrer la macération d'*Aspergillus* à basse température dans le vide, à précipiter le liquide restant par l'alcool, et à traiter ultérieurement ce précipité comme on le fait dans la préparation de l'amylase par le procédé de Lintner. On obtient de cette manière une poudre grise, dont la dissolution dans l'eau se fait bien et est plus active que le liquide dilué qui a servi de point de départ.

» Avec une solution ainsi préparée, nous avons pu produire, à une température de 50° environ, la transformation intégrale de quantités de tannin ne s'élevant pas à moins de 25^{gr} dissous dans 250^{cc} d'eau dans chaque expérience.

» La transformation est assez facile à suivre, en observant de temps à autre le liquide au polarimètre ; lorsque la rotation est nulle, tout le tannin est transformé en acide gallique. En opérant dans les conditions de concentration indiquée, il suffit de refroidir le vase d'expérience sous un courant d'eau pour voir l'acide gallique, dont la solubilité est faible, se précipiter en une masse d'aiguilles cristallines.

» Nous avons pu opérer la même transformation dans des conditions qui excluent sûrement toute intervention d'organismes vivants, en faisant agir une solution de tannase, filtrée à la bougie Chamberland, sur une solution de tannin stérilisée.

» Une étude approfondie de la tannase fournirait sans doute des résultats intéressants à plus d'un titre. Elle pourrait renseigner sur la constitution chimique des tannins de diverses origines, et permettrait peut-être d'expliquer comment M. Van Tieghem, à une époque, il est vrai, où le tannin passait pour un glucoside, a pu observer la formation de glucose dans la fermentation gallique. Cette étude pourrait en outre avoir des applications industrielles, en montrant quelles sont les substances tannantes qui sont capables de servir de matière première à la fabrication de l'acide gallique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La Tannase. Diastase dédoublant l'acide gallotannique.* Note de M. **Henri Pottevin** (¹), présentée par M. Duclaux.

« M. Van Tieghem a montré, en 1868, que certaines Mucédinées, en particulier l'*Aspergillus niger* et le *Penicillium glaucum,* sont capables de brûler le tannin avec formation transitoire d'acide gallique. La transformation d'une molécule d'acide gallotannique en deux molécules d'acide gallique par fixation de H^2O est un phénomène d'hydratation analogue à ceux que produisent les diastases ; si l'*Aspergillus* est capable de l'accomplir, c'est vraisemblablement parce qu'il sécrète une diastase spécifique : je vais prouver qu'il en est réellement ainsi.

» Préparons du liquide Raulin dans lequel l'aliment hydrocarbonné, le sucre de canne, sera remplacé par du tannin à la dose de 2 pour 100 à 4 pour 100 ; mettons-le à l'étuve à 35° étalé en couches de 2^{cm} à 3^{cm} d'épaisseur dans de grandes cuvettes plates et ensemençons à la surface des spores d'*Aspergillus niger*. La mucédinée se développera aussi bien que sur le liquide Raulin normal. Au bout de quelques jours le

(¹) Travail fait au laboratoire du bureau d'Hygiène, au Havre.

mycélium formant une couche épaisse, feutrée, commencera à se couvrir de spores, et tout le tannin aura disparu du liquide sous-jacent. Prenons le mycélium, lavons sa face inférieure à l'eau distillée, découpons-le en petits morceaux que nous mettrons à macérer, à l'abri de la lumière, dans de l'eau chloroformée: au bout de quelques jours nous pourrons filtrer la macération et le liquide filtré sera riche en diastase tannique.

» Préparons deux séries de tubes stérilisés contenant chacun 10^{cc} de macération d'*Aspergillus* stérilisée par filtration à la bougie Chamberland, portons les tubes d'une série à l'ébullition pendant quelques minutes, puis ajoutons dans tous 10^{cc} d'une solution de tannin à 30 pour 100 stérilisée par filtration : fermons les tubes à la lampe et abandonnons-les à l'étuve à 35° : au bout de quelques jours nous verrons se former dans les tubes non bouillis un dépôt d'acide gallique qui ira en augmentant, et si nous ouvrons chaque jour un de ces tubes, nous constaterons bientôt que tout le tannin a disparu; dans les tubes portés à l'ébullition, le tannin se conserve inaltéré.

» Il existe donc une diastase capable de dédoubler ce tannin. C'est une conclusion à laquelle était déjà arrivé M. Fernbach au moment où j'ai commencé mes expériences; mais je l'ignorais, et mes expériences ont été indépendantes des siennes.

» Le dédoublement du gallotannin donne toujours, à côté de l'acide gallique, une certaine quantité, variable d'ailleurs, de glucose; les tannins purs du commerce en donnent généralement de 12 à 15 pour 100; avec des échantillons convenablement purifiés, j'ai obtenu jusques à 98,7 pour 100 d'acide gallique.

» Aucun des tannins que l'on obtient par le procédé de Pelouze ou par les procédés analogues ne présente les caractères d'un corps pur; ils se comportent comme des mélanges, soit qu'on les soumette à des précipitations fractionnées par l'éther, soit qu'on les traite par la méthode des dissolutions incomplètes qu'a proposée M. Manceau; il suffit, pour s'en assurer, d'examiner l'action qu'exercent sur la lumière polarisée les divers produits ainsi obtenus : tous dévient à droite; ils donnent, après traitement par la tannase, une proportion de glucose d'autant plus considérable que leur pouvoir rotatoire est plus élevé : par exemple, un tannin pur *à l'éther* du commerce m'a donné :

Tannin sec dissous dans 100^{cc} d'eau	$3^g,62$
Rotation α_0 au tube de $0^m,2$ avant l'action de la diastase.....	$+\ 5^o,60$
Rotation α_0 au tube de $0^m,2$ après l'action de la diastase.....	$+\ 0^o,60$
Glucose produit pour 100 de tannin mis en œuvre..........	15, 5

» La tannase est précipitable par l'alcool, elle agit en milieu neutre ou acide : sa température optima est aux environs de 67°; même en solution concentrée, le tannin peut être dédoublé intégralement.

» L'*Aspergillus niger* venu sur liquide Raulin normal ne fournit pas de

tannase; il en fournit si l'on remplace dans le milieu de culture le sucre non plus par du tannin, mais par de l'acide gallique.

» La tannase attaque un certain nombre des précipités de tannin que l'on désigne sous le nom des *tannates*, en particulier le tannate de gélatine.

» Schiff a proposé pour l'acide digallique la formule

$$C^6H^2(OH)^3CO-O-(OH)^2CO^2HC^6H^2.$$

Il était intéressant d'essayer l'action de la tannase sur des corps de constitution analogue : j'ai constaté qu'elle dédouble le salicylate de phényle et le salicylate de méthyle. Ces faits confirment l'exactitude de la formule proposée par Schiff; ils présentent en outre un intérêt biologique, puisqu'un grand nombre de corps de constitution moléculaire semblable se rencontrent dans les végétaux.

» Dans la nature, l'acide gallique accompagne partout le tannin, et il est vraisemblable que la diastase capable de dédoubler celui-ci doit être très répandue; je l'ai trouvée dans des feuilles de sumac. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la glycolyse des différents sucres* (¹). Note de M. **P. Portier**, présentée par M. Duclaux.

« On sait, depuis les travaux de Cl. Bernard, Lépine, Arthus, Seegen, que si l'on recueille du sang aseptiquement, le glucose de ce sang diminue et même disparaît complètement. Cette disparition est plus ou moins rapide suivant la température à laquelle le sang est conservé.

» Nous nous sommes demandé quel serait le sort de sucres autres que le glucose ajoutés au sang.

» Toutes nos expériences ont été faites dans des conditions d'asepsie rigoureuses. Les animaux sur lesquels on opérait (Chien, Lapin) étaient anesthésiés. On dénudait une carotide et celle-ci était ouverte au thermo-cautère. On introduisait alors dans l'artère la pointe flambée d'une canule de verre stérilisée, qui conduisait le sang dans un ballon. Ce ballon contenait des billes de verre et une quantité connue du sucre sur lequel on voulait opérer; il avait été stérilisé à l'autoclave à 120°. Par agitation, on défibrinait le sang et l'on portait le ballon à l'étuve à 38°; on l'y laissait environ quarante-huit heures.

(¹) Travail du laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

» On retirait alors le ballon de l'étuve et l'on procédait à l'examen du sang au moyen de cultures sur gélose et sur gélatine et de préparations microscopiques. Si cet examen révélait la présence de bactéries, l'expérience était rejetée. Dans le cas contraire, on faisait l'analyse du sucre du sang au moyen de la méthode employée par Arthus (*Archives de Physiologie*, p. 425; 1891), et l'on procédait au dosage par la liqueur de Violette ferrocyanurée.

RÉSULTATS.

A. — *Hexoses.*

» 1° *Galactose.* — Ajouté au sang dans la proportion de 2 pour 1000, il disparaît totalement à la température de 38° en quarante-cinq heures.

» 2° *Lévulose.* — Ajouté au sang dans la proportion de 2 pour 1000, il a disparu totalement en quarante-huit heures et cinquante-quatre heures à 38°. Dans une seule expérience faite au moyen du sang de lapin, le lévulose a disparu seulement dans la proportion de 50 pour 100 en quarante-cinq heures à 38°.

B. — *Bioses.*

» 1° *Maltose.* — A la dose de 2 pour 1000, il disparaît totalement du sang en quarante-huit heures à 40°. Ce résultat devait du reste être attendu, étant donnée la présence de la maltase dans le sang, ferment qui transforme le maltose en glucose et ramène au cas habituel.

» 2° *Saccharose* et *lactose.* — Ajoutés au sang dans la proportion de 2 pour 1000, ils sont retrouvés intégralement après un séjour variant de quarante-huit heures à trois et quatre jours à 38°.

» L'étude du pouvoir réducteur de ces sucres avant et après l'action des acides, ainsi que le traitement des liqueurs d'extraction par la phénylhydrazine, permet de reconnaître que ce sont bien ces sucres qui existent dans le liquide, tandis que le glugose du sang a totalement disparu.

» 3° *Pentoses.* — Un seul pentose, le xylose (1), a été examiné. Ajouté au sang dans les mêmes proportions que précédemment, il a été retrouvé intégralement après un séjour de quarante-huit heures à 38°.

» *En résumé :* Parmi les sucres examinés, les seuls qui subissent la glycolyse en présence du sang de Chien ou de Lapin sont le galactose, le lévulose et le maltose.

» Nous nous contenterons pour le moment d'enregistrer ces résultats, nous réservant d'en tirer des conclusions à la suite de communications ultérieures sur la nature du processus de la glycolyse. »

---

(1) Nous devons l'échantillon qui a servi à nos expériences à l'obligeance de M. G. Bertrand, de l'Institut Pasteur.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du nitrate d'uranium.* Note de M. **Oechsner de Coninck** (¹).

« J'ai eu entre les mains un sel très pur, possédant la composition normale. Pour l'étudier, j'ai d'abord déterminé la densité de quelques-unes de ses solutions dans l'eau et dans l'alcool éthylique étendu; ensuite, j'ai recherché dans quels milieux il se dissolvait; j'ai mesuré sa solubilité dans l'eau, pour des températures voisines de 15°, et sa chaleur de dissolution dans le même véhicule.

» Voici les résultats :

Densités des solutions aqueuses du nitrate d'uranium.

Températures.	Quantité p. 100 de sel dissous.	Densité.	Températures.	Quantité p. 100 de sel dissous.	Densité.
+11°,5	1	1,0049	+16°,5	9	1,0410
+12,4	2	1,0096	+15,2	10	1,0462
+15,1	3	1,01401	+13,7	11	1,0504
+14,1	4	1,0187	+11,5	12	1,0550
+16,7	5	1,0230	+14,5	13	1,0594
+14,1	6	1,8281	+11,3	14	1,0643
+15,7	7	1,0236	+12,5	15	1,0680
+15,2	8	1,0378	+13,2	16	1,0718

Densités des solutions du nitrate d'uranium dans l'alcool à 85°.

Températures.	Quantité p. 100 de sel dissous.	Densité par rapport à l'alcool.	Densité par rapport à l'eau.	Températures.	Quantité p. 100 de sel dissous.	Densité par rapport à l'alcool.	Densité par rapport à l'eau.
+11°,9	1	1,0060	0,8918	+13°,1	4	1,0227	0,9056
+12,2	2	1,0127	0,8979	+11,7	5	1,0280	0,9131
+11,6	3	1,0177	0,9023				

» Les expériences relatives à la *solubilité qualitative* du nitrate d'uranium ont fourni les résultats suivants, vers 15° :

» *Carbures et dérivés.* — Le nitrate d'uranium est insoluble dans la benzine cristal-

(¹) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

lisable, dans le toluène et le xylène du commerce, dans la ligroïne légère, dans le chloroforme. L'essence de térébenthine du commerce en dissout les traces.

» *Alcools et dérivés.* — Le nitrate d'uranium est soluble dans l'alcool méthylique du commerce (rectifié), dans l'alcool éthylique étendu et concentré, dans l'alcool propylique, dans l'alcool isobutylique; il se dissout aussi, quoique moins rapidement, dans l'alcool amylique du commerce. Il est insoluble dans la glycérine; il se dissout facilement dans l'acétone pure et dans l'éther ordinaire. Il est soluble dans l'éther acétique.

» *Acides minéraux.* — Le nitrate d'uranium est soluble dans l'acide chlorhydrique étendu, moins soluble dans le même acide concentré, très soluble dans l'acide bromhydrique étendu et dans l'acide sélénique ($d = 1,4$), assez soluble dans l'acide sulfurique blanc concentré, soluble dans l'acide nitrique blanc ordinaire.

» *Acides organiques.* — Le nitrate d'uranium est facilement soluble dans l'acide formique étendu et concentré, ainsi que dans l'acide acétique étendu, moins facilement soluble dans l'acide acétique cristallisable.

» *Sulfure de carbone.* — Le nitrate d'uranium est insoluble à la température ordinaire.

» *Alcalis.* — Le nitrate d'uranium ne se dissout pas dans les lessives de potasse et de soude et dans l'ammoniaque ordinaire. Il se dissout dans l'eau de chaux, mais, au bout d'un certain temps, il se forme un léger précipité jaunâtre floconneux.

» Solubilité dans l'eau. — J'ai fait plusieurs déterminations aux températures suivantes : +12°,9, +13°,2, +13°,7, +14°, +14°,2; j'ai trouvé, comme *résultat moyen,* qu'une partie de nitrate d'uranium, exposée pendant plusieurs jours dans une atmosphère sèche, ou desséchée pendant quelques heures, vers 85°-90°, se dissout dans deux parties d'eau distillée.

» Chaleur de dissolution dans l'eau. — Deux expériences, faites à +17°,5 et à +18°,2, ont donné comme résultat moyen $-3^{Cal},8$ (les ouvrages classiques indiquent $-3^{Cal},7$ pour $AzO^3(UO) + 3H^2O$).

» Je continue ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction du p-diazobenzène sulfonate de sodium sur le cystinate de fer existant dans les eaux contaminées.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* du 29 octobre, M. Molinié a publié le résultat de ses recherches sur la réaction que j'avais indiquée pour déceler la présence du cystinate de fer daus les eaux contaminées. Ces recherches ont conduit l'auteur à cette conclusion que toutes les eaux acides, même l'eau distillée, donneraient une réaction positive avec le *p*-diazobenzène sulfonate sodique, et que, par conséquent, cette réaction ne lui semble pas caractéristique de la cystine.

» Je ferai remarquer que M. Molinié n'apporte aucune preuve directe

qui autorise cette dernière conclusion ; il est même probable qu'il n'a pas eu connaissance du Mémoire complet que j'ai publié sur ce sujet ([1]), autrement la lecture du passage suivant l'eût dispensé de tirer de ses travaux semblable conclusion : « Lorsqu'un groupe CSH est mis en présence du » *p-diazobenzène sulfonate de sodium,* il se développe une matière colo» rante jaune orangé. La cystine n'est pas la seule substance qui fournit » une coloration avec ce réactif; elle partage cette propriété avec des » liquides complexes comme l'urine, qui contient de la cystine, ou des » composés définis tels que les phénols », et plus loin je cite les teintes propres à la cystine, à la pyrocatéchine, à la résorcine et au phénol ordinaire.

» J'ai fait de nouveaux essais avec de la cystine extraite d'un calcul biliaire, et avec un échantillon que m'avait adressé M. le professeur Horbaczewski de Prague, et je suis arrivé à confirmer mes observations antérieures.

» Dans la Note qui a paru aux *Comptes rendus*, je n'ai parlé que du cystinate de fer ; j'avais pensé qu'il n'était pas nécessaire d'insister sur le rôle du métal, qui est en réalité l'agent excitateur des réactions aboutissant à des colorations différentes suivant la nature du groupement. Les expériences suivantes suffiront pour montrer son importance :

» 1° Dans une eau contaminée qui donne la réaction positive, même avec intensité, on ajoute de l'eau de baryte en excès ; le liquide filtré et acidulé est inerte au réactif, si l'on épuise le précipité barytique à froid par la potasse étendue, à l'abri de l'air ; le filtratum acidulé donne la réaction positive, et l'eau de brome un dépôt de soufre.

» 2° Si l'on substitue à la baryte l'acétate de plomb ou le sous-acétate, l'eau filtrée et séparée du précipité, débarrassée de l'excès de plomb par le sulfate de soude, donne la réaction positive, et contient du fer, tandis que le précipité épuisé par la potasse est inerte.

» Dans le premier cas, la baryte a détruit la combinaison ferreuse, d'où l'inactivité de l'eau ; dans le second cas, l'acétate de plomb est resté sans action sur ladite combinaison, d'où l'activité de l'eau déféquée.

» 3° Si l'on traite par l'eau de baryte les solutions des phénols ci-dessus cités pour en éliminer les traces de fer qu'ils peuvent contenir, on obtient une coloration jaune ; l'addition d'une parcelle de sulfate ferreux fait apparaître les teintes particulières à chacun d'eux. Il en est de même pour la cystine, quelle que soit son origine : un traitement à l'acétate de plomb laissera toujours une substance active, tandis que la baryte donnera un composé inactif.

» Je ne puis admettre l'assertion de M. Molinié, d'après laquelle toutes

---

([1]) *Bull. de la Soc. chimique,* t. XXIII et XXIV, p. 488.

les eaux acides donneraient avec le réactif une réaction positive. En effet, dans le Mémoire cité, page 492, il est question des eaux qui développent seulement une coloration jaune avec le réactif et qui cependant sont manifestement acides.

» D'après M. Molinié, l'eau distillée elle-même donnerait une réaction positive. L'auteur n'indique pas l'origine de cette eau distillée; très certainement celle qui a servi à la préparer contenait du fer et donnait la réaction positive. Croire que l'eau distillée ordinaire est chimiquement pure et dépourvue de combinaisons organiques ferreuses, si l'eau qui a servi à la préparer en contenait, c'est faire une supposition en opposition complète avec la réalité. Quiconque a préparé des eaux distillées, et en particulier celles des solanées vireuses, sait parfaitement que la vapeur d'eau entraîne une combinaison complexe qui se dépose sous forme d'aiguilles d'un blanc verdâtre, contenant du cuivre; le métal provient non du serpentin, mais de la cucurbite; il en est de même avec les eaux chargées de combinaisons ferreuses. J'ai soumis à la distillation des eaux contaminées qui donnaient la réaction positive; dans la portion distillée j'ai eu une faiblé réaction également positive, la même eau distillée en présence de baryte n'a donné aucun résultat.

» En résumé, je ne puis accepter aucune des conclusions de M. Molinié.

» Ainsi que je l'ai dit ailleurs, le réactif est plutôt caractéristique d'un groupement que d'une substance; lorsque les eaux contiennent des combinaisons ferreuses renfermant le groupement CSH ou COS, elles donnent la réaction positive non destructible par l'acide sulfureux. Les phénols polyatomiques, résorcine, pyrocatéchine, et le phénol ordinaire présentent les mêmes particularités, avec des teintes propres à chacun d'eux.

» Les deux groupements CSB et COS étant très certainement le résultat de fermentations putrides susceptibles de se rencontrer dans les eaux, on conçoit facilement la relation qui doit exister entre le degré de contamination d'une eau et son action sur le réactif, aussi bien que les services que ce réactif peut rendre en analyse. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les transformations chimiques qui se passent pendant l'évolution du bourgeon* [1]. Note de M. G. **André**.

« J'ai récemment publié (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 1262; t. CXXX, p. 728) une série d'observations relatives à l'évolution de la matière mi-

(1) Laboratoire du Collège de France.

nérale et aux transformations de la matière organique, pendant la germination. Je désire faire connaître aujourd'hui quelques-uns des résultats que j'ai obtenus dans l'étude chimique du développement des bourgeons. J'ai choisi ceux du *Marronnier d'Inde* (*Æsculus hippocastanum* L.), à cause de leurs dimensions. Ces bourgeons, exactement coupés à leur base, ont été examinés depuis le début du printemps (26 février), alors qu'ils ne présentaient encore aucun développement apparent, jusqu'au moment de l'apparition du bouquet floral. Les résultats sont rapportés à 100 bourgeons séchés à 110°.

» Cette évolution des bourgeons présente plusieurs points communs avec l'évolution germinative de la graine; elle s'accompagne, comme on sait, d'une forte perte de matière organique pendant les premiers temps du développement, lequel s'accomplit aux dépens des matières minérales et organiques que contient le bois, matières que ce bois a emmagasinées pendant la saison précédente. Le Tableau ci-joint résume les résultats obtenus.

				Hydrates de carbone								
	Poids de 100 bourg. séchés à 100°.	Azote total contenu dans 100 bourg.	Azote amidé soluble total.	solubles dans l'eau alcoolisée.	saccharifiables par les acides étendus.	Cellulose.	Cendres totales.	SiO^2.	CaO.	Po^4H^3.	K^2O.	Eau dans 100 p. de matière.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
I. 26 février 1900; développement apparent nul.........	84,39	1,17	0,22	9,12	15,86	0,44	2,82	0,06	0,67	0,59	0,88	44,37
II. 14 mars; l'extrémité de quelques bourgeons présente une teinte verte...........	64,76	1,11	0,33	8,65	10,87	0,37	1,83	0,06	0,48	0,52	0,75	61,24
III. 29 mars; aspect extérieur semblable au précédent....	65,74	1,27	0,34	7,42	10,04	3,47	2,34	0,05	0,46	0,60	0,83	66,64
IV. 9 avril; extrémités vertes de tous les bourgeons.......	64,04	1,74	0,56	4,20	10,00	6,96	2,67	0,05	0,38	0,83	1,06	72,21
V. 18 avril; quelques feuilles épanouies................	86,83	3,47	0,84	2,85	10,04	5,01	4,90	0,11	0,51	1,60	2,23	79,30
VI. 23 avril; grappes florales apparentes...............	294,61	12,81	3,03	6,01	36,03	24,89	20,20	0,58	2,53	5,92	9,75	82,20
VII. 28 avril; hauteur de 20cm à 25cm; fleurs en boutons...	448,18	18,50	5,87	17,92	58,98	49,79	31,18	1,65	4,25	8,29	14,61	81,62

» I. *Variations de la matière minérale.* — L'absorption de l'eau par les bourgeons croît dans des proportions considérables, à mesure que s'effectue leur développement; le même fait s'observe dans la germination de la graine. Entre le 26 février et le 18 avril, époque où le bourgeon a récupéré la perte de matière sèche qu'il avait subie, les *cendres totales* augmentent seulement de moitié; la silice et la chaux restent stationnaires, alors que, dans la germination du Haricot d'Espagne, que j'ai antérieurement étudiée, pendant la même période physiologique, ces deux substances avaient énormément augmenté de poids. Le gain des cendres porte surtout ici sur l'acide phosphorique et la potasse.

» Cherchons quelles sont les relations existant entre l'*acide phosphorique* et l'*azote*.

» Pendant la germination de la graine, l'azote total ne variait pas tant que la plantule pesait moins que sa graine. Chez le bourgeon, au moment où celui-ci retrouve son poids initial (expérience V), l'azote total a triplé de poids et, concurremment, l'acide phosphorique a aussi presque triplé. A la prise d'échantillon précédente, les poids de l'azote et de l'acide phosphorique avaient déjà commencé à se relever dans des proportions sensiblement égales, bien que le poids de matière sèche présentât alors son minimum. On constate donc ici, comme dans le cas de la germination, un parallélisme remarquable entre l'absorption de l'azote et celle de l'acide phosphorique. Il est possible que l'absorption plus hâtive et plus considérable de ces deux éléments puisse s'expliquer, dans le cas des bourgeons, par la nature même des phénomènes qui se précipitent pendant leur évolution, puisqu'ils doivent subvenir rapidement aux besoins de la grappe florale qui se développe et fleurit avant même souvent que les feuilles soient complètement épanouies. Le taux de la *potasse* reste à peu près stationnaire jusqu'au moment où le bourgeon a retrouvé son poids initial : à cette période, le poids de la potasse est 2,5 fois plus élevé qu'au début. Cette élévation subite coïncide avec l'apparition des premières feuilles, c'est-à-dire avec le moment où la fonction chlorophyllienne prend naissance. Il y a encore ici parallélisme entre l'évolution du bourgeon et la germination de la graine.

» II. *Variations des matières organiques. Azote.* — L'azote amidé soluble augmente depuis le début du développement du bourgeon, et l'on peut en conclure que, ainsi que dans la germination de la graine, c'est aux dépens de cet azote soluble que se forme l'azote albuminoïde insoluble du nouveau bourgeon. Il y a une relation constante entre le gain d'azote total et l'augmentation des principes amidés solubles.

» *Hydrates de carbone.* — La diminution progressive des hydrates de carbone solubles (calculés en glucose) est remarquable. Ceux-ci sont abondants dans le bourgeon qui n'a pas encore évolué et se réduisent au tiers de la quantité initiale lorsque le bourgeon a retrouvé son poids primitif : la respiration doit consommer la plus grande partie de ces hydrates de carbone. Les hydrates de carbone facilement saccharifiables par les acides étendus montrent la même relation que dans le cas de la germination de la graine; ils diminuent dans une forte proportion jusqu'à l'apparition de la fonction chlorophyllienne, tandis qu'une partie s'organise et fournit de la cellulose insoluble. Celle-ci augmente avec rapidité depuis le début de l'évolution du bourgeon. Si l'on estime le poids de cette cellulose, en traitant la matière insoluble dans les acides étendus par le réactif de Schweizer jusqu'à épuisement, et qu'on reprécipite par un acide le liquide cupro-ammoniacal, on obtient ainsi une quantité de cellulose, très faible au début du développement du bourgeon, mais qui s'accroît ensuite rapidement. Le réactif de Schweizer laisse alors un résidu considérable, représentant plus du tiers de la matière sèche, sur la nature duquel je compte revenir et que je n'ai pas fait figurer à dessein dans le Tableau ci-dessus. Ce résidu, ou, du moins, une partie de celui-ci, semble jouer le rôle de matière de réserve, car, malgré son insolubilité dans le liquide cuivrique, il contient encore une grande quantité d'hydrates de carbone que l'on peut mettre en évidence par l'emploi de réactifs énergiques. »

» En résumé, il est permis de comparer l'évolution du bourgeon avec la germination de la graine, tant au point de vue de la distribution de la matière minérale que de la transformation des substances organiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la méthylnonylcétone* (1). Note de M. **H. Carette**, présentée M. Guignard.

« La méthylnonylcétone employée a été extraite de l'essence de Rue et purifiée sous forme de combinaison bisulfitique cristallisée. Le bisulfite d'ammoniaque donne un composé plus nettement cristallisé que les autres bisulfites, si, au mélange de réactif et d'essence de Rue préalablement fractionnée ou non, on ajoute de l'alcool à 95 centièmes jusqu'à éclaircissement. Après purification par cristallisation dans l'alcool étendu, les cristaux ont un aspect nacré. Chauffés à 100° avec de l'eau, ils se détruisent en régénérant la cétone. La méthylnonylcétone pure est incolore et *non fluorescente*, contrairement à ce qui a été dit. Elle bout à 230°,6 (corr.) sous la pression de 766^{mm}, à 122° sous la pression de 24^{mm}, et à 112° sous celle de 17^{mm}.

» *Méthylnonylcétonoxime.* — J'ai préparé l'oxime de cette cétone. En employant une solution aqueuse diluée de chlorhydrate d'hydroxylamine additionnée de potasse, l'oxime se sépare sous forme de liquide épais. En opérant en liqueur alcoolique étendue, le liquide clair dépose le lendemain de grands cristaux d'oxime incolore. Après des cristallisations répétées dans l'alcool étendu, la méthylnonylcétonoxime $\begin{matrix} CH^3 \\ C^9H^{19} \end{matrix}\!\!>\!C = Az - OH$ (2) constitue des aiguilles anhydres atteignant jusqu'à 10^{cm} de longueur. Elle est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme, le toluène. Elle fond à 45°.

» Le même composé a été obtenu par MM. Fileti et Ponzio (3) avec le mélange résultant de l'action de l'acide nitrique sur la méthylnonylcétone et contenant encore cette dernière. Ces auteurs ont opéré avec le sel d'hydroxylamine additionné de carbonate de potasse: la réaction est ainsi incomplète, elle se fait beaucoup mieux avec la potasse étendue.

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

(2) C = 70,58, théorie 71,35; H = 12,77, théorie 12,43; O = ..., théorie 8,62; N = 7,4; 7,1, théorie 7,6.

(3) *Journal für prakt. Chemie* (nouvelle série), t. L.

» *Condensation avec le benzylal.* — L'étude des produits de la condensation de la méthylnonylcétone avec l'aldéhyde benzoïque m'a conduit à observer des faits un peu plus complexes. En abandonnant, à la température ordinaire, le mélange à molécules égales de méthylnonylcétone et d'aldéhyde benzoïque pendant vingt-quatre heures, il ne se produit aucune réaction. Il en est de même si l'on opère à 100°, ou en tubes scellés à 120° pendant deux jours. La combinaison ne s'effectue donc pas spontanément. Elle se réalise en faisant agir la potasse sur le même mélange; mais suivant les proportions de potasse employées et les conditions de température et de milieu, les résultats diffèrent.

» *Premier produit de condensation avec le benzylal.* — Si l'on ajoute peu à peu et en refroidissant par un courant d'eau 400^{gr} d'alcool à 76° contenant 1^{gr} de potasse à un mélange équimoléculaire d'aldéhyde benzoïque (11^{gr}) et de méthylnonylcétone (17^{gr}), après vingt-quatre heures, le ballon, abandonné à lui-même, est rempli de cristaux très longs, nacrés, que l'on sépare par filtration. La liqueur mère continue à en fournir pendant quelques jours. Ces nouveaux cristaux sont teintés de jaune.

» Si, après l'opération faite ainsi à froid, on porte le tout à 100°, on obtient par refroidissement les mêmes cristaux nacrés. Purifiés par des cristallisations dans l'alcool répétées jusqu'à point de fusion constant, ces cristaux sont incolores et fondent à 41°-42°. Le produit est insoluble dans l'eau, soluble à 15° dans 20 parties d'alcool à 95 centièmes, et en toutes proportions dans le même alcool bouillant. Il est très soluble dans l'éther, l'acide acétique cristallisé, le chloroforme. Sous la pression ordinaire, il se décompose au-dessus de 200°; il bout à 245° sous la pression de 35^{mm}.

» Le nouveau composé présente bien (¹) la composition du produit de la condensation de la méthylnonylcétone avec l'aldéhyde benzoïque, effectuée avec élimination d'une molécule d'eau

$$C^{11}H^{22}O + C^7H^6O = H^2O + C^{18}H^{26}O.$$

Une solution contenant $1^{gr},125$ de substance dans 100^{gr} d'acide acétique m'a donné un abaissement de température de fusion égal à 0°,17. Ce chiffre correspond à 258 pour le poids moléculaire. C'est exactement le nombre indiqué par la formule $C^{18}H^{26}O$.

» *Deuxième produit de condensation avec le benzylal.* — Ce qui précède a été observé en liqueur alcoolique faible.

» Lorsqu'on opère en liqueur plus fortement alcoolique avec la même dose de potasse, en portant le mélange fait à froid à la température de 100°, on obtient le composé décrit ci-dessus mélangé d'un autre qui possède la même composition centésimale, mais des propriétés différentes. L'abondance de la potasse dans le mélange, ainsi que la température, agit aussi pour modifier le résultat.

» Par exemple, quand on mélange à froid une solution de 1^{gr} de potasse dans 100^{gr} d'alcool à 95 centièmes avec les quantités équimoléculaires de méthylnonylcétone et

---

(¹) Trouvé : C = 83,34, 82,97, théorie : 83,72; H = 10,14, 11,83, théorie : 10,07.

d'aldéhyde benzoïque indiquées plus haut, et que l'on porte ensuite à l'ébullition pendant une heure en évitant le départ de l'alcool au moyen du réfrigérant à reflux, il se sépare par refroidissement des croûtes cristallines ne fondant pas à 100°. Purifiées par des cristallisations dans l'alcool fort jusqu'à point de fusion constant, elles fournissent des aiguilles fines groupées en étoiles et fondant à 116°.

» Le nouveau produit est abondamment soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique cristallisé, mais moins que le corps fondant à 41°-42°. La finesse des aiguilles est telle qu'il forme une masse singulièrement légère. Les cristaux sont anhydres. Il bout entre 310°-340° sous la pression de 35^{mm}, mais avec décomposition partielle. Il a la même composition centésimale ([1]) que le corps fondant à 41°-42°. Une solution contenant 0,963 de cette substance dans 100^{gr} d'acide acétique m'a donné un abaissement de température de fusion égal à 0,075. Ce chiffre correspond à 500 pour le poids moléculaire. La formule $(C^{18}H^{26}O)^2$, exprimant un poids moléculaire égal à 516, peut donc être attribuée au deuxième produit de condensation.

» Lorsqu'on opère semblablement, mais sans chauffer, avec les mêmes substances, il se sépare un mélange de cristaux fondant à 41°-42° et d'aiguilles fines groupées en petites masses étoilées fondant à 116°.

» *Transformation du premier produit.* — Si l'on fait agir à chaud une solution à 1 pour 100 de potasse dans l'alcool à 95 centièmes sur le composé de condensation fondant à 41°-42°, on obtient le second composé fusible à 116° et de formule $(C^{18}H^{26}O)^2$. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les relations entre la constitution chimique des produits sexuels et celle des solutions capables de déterminer la parthénogenèse.* Note de MM. **Yves Delage** et **Marcel Delage**, présentée par M. A. Ditte.

« Dans un bref mais important Mémoire paru l'année dernière, J. Lœb ([2]) a montré que des œufs non fécondés d'Oursin se développent en larves normales lorsqu'on les replace dans l'eau de mer naturelle après un séjour de quelques heures dans une solution convenablement titrée de $MgCl^2$ dans l'eau de mer; et il a émis l'idée que la fécondation normale pourrait peut-être consister en un apport de magnésium par le spermatozoïde à l'œuf. Ces vues ont fait grand bruit, et l'on est allé jusqu'à prévoir

---

([1]) C = 83,12; H = 10,08; O = ...

([2]) Lœb, *On the nature of the process of fertilization and the artificial production of normal larvæ (Plutei) from the unfertilized eggs of the Sea-Urchin (Am. Journ. of Physiol.*, Vol. III, p. 135-138; 1899).

la parthénogenèse humaine par l'introduction d'éléments minéraux convenables dans le sang de la femme vierge.

» Dans un travail précédent, l'un de nous (¹) avait combattu la théorie de la fécondation normale émise par Lœb au moyen d'arguments théoriques qui lui paraissaient démonstratifs et sur lesquels il n'y a pas lieu de revenir ici. Il n'y en avait pas moins intérêt à soumettre la question à l'épreuve expérimentale et à faire l'analyse chimique des produits sexuels chez les Oursins, pour voir si le sperme contient une proportion telle de magnésium que la fécondation puisse être ramenée à un apport de cette substance.

» L'analyse dont nous donnons le détail ci-dessous montre que les proportions de ce métal dans les produits des deux sexes ne sont pas sensiblement différentes, et que s'il y avait une différence, elle serait plutôt en faveur des produits femelles, ce qui démontre l'inexactitude de la théorie proposée.

» Nous avons mis en œuvre les glandes mûres et soigneusement séparées et conservées dans l'alcool de 162 individus femelles et de 57 individus mâles de *Strongylocentrotus lividus*. La masse des glandes a été additionnée d'acide nitrique après évaporation de l'alcool et chauffée dans une capsule de porcelaine. Après destruction de la plus grande partie de la matière organique, le résidu a été calciné au rouge, au chalumeau, dans une capsule de platine, et la calcination a été continuée pendant une demi-heure après que le résidu fût devenu blanc, afin d'obtenir un poids aussi constant que possible. La masse blanc jaunâtre, pâteuse au rouge, a été reprise, après refroidissement, par de l'eau additionnée d'HCl. La dissolution a été complète, sans résidu; le liquide a été ramené à un volume connu et, sur une partie aliquote, la magnésie a été dosée. Les cendres offrent la composition qualitative suivante :

» *Bases :* Alumine, magnésie, fer, chaux, potasse et soude;

» *Acides :* Chlorhydrique, sulfurique, phosphorique.

» Dans une prochaine Note, nous donnerons la composition quantitative des produits des deux sexes, ne voulant ici retenir que ce qui concerne le dosage du magnésium.

» Pour séparer la magnésie de l'alumine en présence de l'acide phosphorique, nous l'avons précipitée à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien par l'ammoniaque, en

(¹) Yves Delage, *Sur l'interprétation de la fécondation mérogonique et sur une théorie nouvelle de la fécondation normale* (*Archives de Zoologie expérimentale*, 3e série, Vol. VII, p. 511-527; 1899). M. Viguier nous a reproché à tort (*Comptes rendus*, Vol. CXXXI, p. 118-121; 1900) d'avoir, dans ce travail, inexactement rapporté le titre des solutions employées par Lœb. Son erreur provient de ce que le Mémoire de Lœb renferme une faute d'impression, qui nous a été signalée par Lœb lui-même. Les chiffres cités dans notre Note sont les vrais.

présence d'acide tartrique qui empêche la précipitation de l'alumine. Cette méthode, très simple, donne des résultats parfaitement exacts, comme nous avons pu nous en assurer par plusieurs dosages préalables, exécutés en vue de la contrôler.

» Les cendres des 162 glandes femelles pesaient 13gr,112; celles des 57 glandes mâles, 4gr,796. La moyenne des analyses des cendres donne :

Mâles..........................	8,83 pour 100 MgO
Femelles........................	7,88 pour 100 MgO

» Ces chiffres peuvent être considérés comme suffisamment exacts, malgré la difficulté qu'il y a à amener à un poids sensiblement constant un mélange aussi complexe que ces cendres, renfermant, en présence de bases nombreuses, de l'acide sulfurique et de l'acide phosphorique. En tout cas, la calcination a été opérée pour les produits des deux sexes dans des conditions sensiblement identiques.

» L'analyse chimique montrera, quand elle sera complète, si quelque autre métal peut, ainsi que l'avait supposé Loeb, jouer le rôle dont Mg se trouve maintenant dépouillé.

» Depuis, Loeb ([1]) a modifié sa manière de voir, et il admet maintenant que les solutions capables d'amener les œufs vierges à se développer produisent leurs effets, non par une action spécifique de leurs éléments, mais uniquement par leur pression osmotique, et qu'elles agissent en soustrayant de l'eau à l'ovule. Cette idée est beaucoup plus acceptable que celle que nous combattons dans la présente Note; mais il reste à savoir si c'est de la même manière qu'intervient le spermatozoïde dans la fécondation normale. »

ZOOLOGIE. — *Cellules germinatives. Ovules mâles. Cellules de Sertoli.* Note de M. **Gustave Loisel**, présentée par M. Alfred Giard.

« A. L'épithélium germinatif, source originelle de toutes les cellules séminales, persiste pendant toute la vie du testicule des Vertébrés supérieurs aussi bien que des Vertébrés inférieurs.

» Chez les Oiseaux, en particulier chez le Moineau et chez le Serin, il est facile de suivre sa continuation à travers les différentes phases du développement de la glande mâle.

» Les éléments de cet épithélium, les CELLULES GERMINATIVES, sont

([1]) Loeb, *Further experiments on artificial parthenogenesis and the nature of the process of fertilization* (*Am. Journ. of Physiol.*, vol. IV, p. 178-184; 1900).

d'abord très nettement individualisés; ils se montrent sous la forme de corps cellulaires cylindriques contenant un noyau arrondi et, dans ce noyau, un ou plusieurs gros grains chromatiques. Mais, lorsque apparaissent et se multiplient les éléments séminaux, les limites des cellules germinatives deviennent de moins en moins distinctes; il en résulte que leur ensemble constitue bientôt une sorte de plasmode ou de syncytium nucléé qui remplit parfois, chez le Moineau, par exemple, tout le canalicule séminifère.

» Le nombre relatif des cellules germinatives diminue, par rapport à celui des spermatogonies, au fur et à mesure que l'on se rapproche de la spermatogénèse. Ces cellules ne disparaissent jamais complètement, cependant, lors de la période d'activité du testicule. Chez le Moineau, on les retrouve, soit sous forme de noyaux isolés entre les spermatogonies, soit à l'état de groupements placés souvent assez loin l'un de l'autre dans l'intérieur du canalicule.

» Jusqu'ici, les auteurs n'ont pas signalé d'une façon explicite cette continuation des cellules germinatives chez l'adulte pour les Vertébrés supérieurs, au moins. Pourtant, la lecture de leurs Mémoires ou celle de leurs dessins permet de retrouver presque toujours l'indication de ces cellules.

» Ce sont, parmi les travaux les plus intéressants : les *cellules séminales souches à l'état de repos* de Furst (1887), les *cellules spores* de Brown (1895), les *spermatogonies de réserve* d'Hermann (1898), les *spermatogonies à type poussiéreux* de Regaud (1900), les *cellules indifférentes* de Schœnfeld (1900). Enfin, les éléments que les auteurs ont décrits ou figurés comme de jeunes *cellules de Sertoli* (*cellules pédieuses, de soutien*, *végétatives*, etc.) sont encore, pour la plupart, des cellules germinatives plus ou moins modifiées.

» B. Les éléments désignés sous le nom d'*ovules mâles*, éléments qui apparaissent de très bonne heure dans l'épithélium germinatif de tous les Vertébrés, sont les premières cellules séminales. Ce sont des spermatogonies hypertrophiées par suite d'une longue période d'assimilation ; leur corps cellulaire est volumineux, arrondi; leur noyau vésiculeux est souvent polymorphe ([1]).

» *a*. Chez les Plagiostomes et chez les Batraciens, on retrouve ces grosses spermatogonies pendant toute la vie de l'individu.

([1]) Cette hypertrophie est un phénomène général qui se manifeste toutes les fois qu'une cellule continue à assimiler sans travailler et sans se diviser. On trouve des éléments semblables aux ovules mâles dans la racine du mésentère, dans l'origine du canal de Mueller, dans les canalicules wolffiens (Nagel et Prenant).

» Chez ces animaux, en effet, la physiologie du testicule comprend deux périodes nettement tranchées : 1° une période de repos cinétique qui a lieu généralement l'hiver et pendant laquelle se forment les grosses gonies; 2° une période d'activité qui suit immédiatement la première et pendant laquelle les grosses gonies se multiplient pour former les autres cellules séminales : spermatocytes, spermatides et spermatozoïdes.

» *b*. Chez les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères hibernants on trouve également les deux périodes précédentes, mais ces deux périodes sont intimement unies l'une à l'autre par une série de phénomènes cellulaires qui constituent une période de préspermatogénèse [1]. Il en résulte que les grosses gonies apparaissent seulement pendant l'hiver pour laisser place bientôt aux petites spermatogonies de la spermatogénèse.

» *c*. Enfin, chez les autres Mammifères et chez l'homme, les ovules mâles n'existent que chez le fœtus ou chez le jeune. On n'en trouve plus pendant l'âge adulte parce que, pendant cet âge, le testicule ne présente pas deux périodes nettement tranchées d'activité et de repos, comme chez les types du second groupe; les spermatogonies se divisent trop fréquemment pour avoir le temps de grossir.

» C. La cellule de Sertoli est une transformation directe de la cellule germinative, transformation caractérisée surtout par l'hypertrophie et la polymorphie du noyau.

» Cet élément, ainsi caractérisé, apparaît toujours là où les ovules mâles ne se forment pas. C'est pourquoi l'on ne trouve jamais de cellule de Sertoli chez les Vertébrés du premier groupe (*a*), pourquoi l'on en trouve seulement pendant le printemps et pendant l'été chez les Vertébrés du second groupe (*b*), pourquoi enfin elles existent toujours pendant l'âge adulte des Vertébrés du troisième groupe (*c*), alors qu'on ne les voit jamais pendant la vie fœtale des mêmes animaux.

» En résumé, les ovules mâles et les cellules de Sertoli ont même origine (cellules germinatives) et mêmes caractères morphologiques (hyper-

---

(1) Voir G. Loisel, *Études sur la spermatogénèse chez le Moineau domestique*, en cours de publication dans le *Journ. d'Anat. et de Phys.*

Dans la première Partie de ce Travail, qui a paru dans le n° 2 de 1900, nous avions employé les expressions de *spermatogonie de premier ordre* et de *spermatogonie de deuxième ordre* pour désigner ce que nous appellerons toujours dorénavant *cellule germinative* et *spermatogonie;* la suite de notre Mémoire paraîtra dans le n° 1 de l'année 1901.

trophie et polymorphisme). Ce sont des éléments qui semblent pouvoir se suppléer l'un l'autre et qui, par conséquent, ont probablement même caractère physiologique. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la signification des granulations basilaires des cils.* Note de M. **P. Vignon**, transmise par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai marqué, dans des Publications antérieures, que mes recherches sur les cils vibratiles tendaient vers deux conclusions distinctes : 1° Les granulations basilaires, pour qui les examine chez des êtres suffisamment variés, ne constituent pas de véritables organes de la cellule, comme le seraient des centrosomes, selon la conception classique; 2° elles ne jouent aucun rôle moteur dans le mouvement ciliaire. En premier lieu, nous voyons, si nous parcourons la série, ces granulations s'effacer, perdre leur individualité, descendre au rang de celles de la bordure en brosse; ou encore coexister avec les granulations supérieures de cette bordure, parfois en présentant des caractères identiques quelquefois; même partager leur chromaticité avec les bâtonnets de celle-ci. Il n'en est pas moins presque certain que les granulations basilaires proviennent, dans quelques cas, des centrosomes eux-mêmes : à ce sujet, je rappellerai seulement qu'au dernier Congrès de Pavie, Eismond a cherché à retirer toute activité aux centrosomes, et qu'il a, par voie d'analogie, étendu sa conclusion aux granulations basilaires. En second lieu, pour dénier tout rôle moteur aux granulations basilaires, il me semble qu'il devrait suffire de montrer, d'une part, qu'elles peuvent faire défaut au pied des cils qui vibrent; de l'autre, qu'elles peuvent exister au pied de cils immobiles. C'est une conséquence que les cytologistes ont insuffisamment dégagée jusqu'à présent. Furst, à son tour, donnerait aux plaques chromatiques des cils sensitifs immobiles, qu'il décrit chez l'embryon du Saumon, un rôle récepteur. Ce serait là une fonction plus improbable encore que la première. Pour ma part, en fait de belles régions chromatiques situées à la base de simples bordures en brosse, régions qui, par suite, sont aussi peu réceptrices que motrices, je citerai aujourd'hui celles de l'intestin chez le Têtard de Grenouille ou chez l'Ascaris du Cheval. Dans ce dernier cas, on trouve à cette place une couche de bâtonnets singuliers que Studnička a figurés sans remarquer leur forte colorabilité par l'hématoxyline ferrique.

» Je désire insister spécialement sur les cils, vibratiles ou sensitifs, que

j'ai récemment étudiés dans diverses régions du Pecten, soit au laboratoire de M. le Professeur de Lacaze-Duthiers à Roscoff, soit dans celui de M. le Professeur Yves Delage à la Sorbonne. Les cellules en pinceau de Flemming, telles qu'on peut les examiner sur les tentacules marginaux du manteau, portent, dans la règle, des cils immobiles, et, exceptionnellement, des cils vibratiles; ce fait avait échappé à Flemming, Apathy et Rawitz. Ces cils sont dépourvus de granulations basilaires. Le cytoplasma des cellules qui les portent présente, entre la surface et le noyau, une région très colorable par l'hématoxyline d'Heidenhain. Je reproduirai plus tard, à propos de cet intéressant épithélium, des coupes dont les dissociations de Flemming ne sauraient tenir lieu, notamment pour ce qui est des situations occupées par les organes sensitifs, souvent au pied des papilles, à l'abri de tous contacts. Les cils vibratiles du tentacule sont également privés de granulations spécifiques, quoique, sur des préparations fortement surcolorées, on puisse déceler une ligne chromatique inconstante qui ne se borne d'ailleurs pas aux régions munies de cils. Les cils sensitifs immobiles de l'organe de Thiele, sur le même Pecten, possèdent, en revanche, de magnifiques granulations que la rubine suffit même à déceler. Il en part des racines ciliaires typiques. Les cils vibratiles des régions voisines du manteau sont, eux aussi, munis de granulations, beaucoup moins belles. Le rectum du Pecten montre, le long d'un raphé analogue à celui de l'Anodonte, des cellules vibratiles à cones radicaux typiques. Ils convergent, bien au-dessus du noyau, en une seule fibrille. Chaque fibrille part évidemment de la granulation basilaire du cil, à l'encontre de l'opinion d'Apathy. En dehors de ce raphé, l'épithélium est stratifié; il forme des replis longitudinaux, est privé de cils et se trouve le siège d'une sécrétion olocrine très caractéristique. Les cellules du raphé sont simplement chargées de grains colorables par l'hématoxyline ferrique.

» Puisque les données cytologiques sont de plus en plus contraires à l'hypothèse qui attribue aux granulations basilaires le rôle de centres cinétiques, il devient naturel de se demander, en outre, quelle signification précise on voudrait imposer ici à ce terme de *centre cinétique*, en lui-même si vague. Il ne s'agirait nullement d'un centre, permanent ou transitoire, d'attractions ou de répulsions. Ce serait un véritable ganglion, doué de pouvoirs occultes plus merveilleux que ceux d'une cellule nerveuse motrice, puisqu'il devrait imprimer au cil des oscillations variables avec les conditions physiologiques. Quand Eismond tend à lui retirer une

fonction aussi complexe pour l'attribuer aux annexes intracytoplasmiques de l'appareil vibratile, il tombe également dans l'erreur. Le vrai problème du mouvement ciliaire se pose ainsi : c'est l'être qui meut ses cils, toujours conformément au rôle qui leur est assigné, quelquefois volontairement. Mes récentes observations sur les cirrhes des larves véligères d'Aplysie, ainsi que sur les membranelles du Stentor, me permettent d'être à cet égard très affirmatif. On voit donc que les recherches dirigées depuis deux ans sur les granulations basilaires n'ont pas fait faire un grand pas à une question qui, par ses côtés psycho-physiologiques, dépasse de beaucoup la portée de l'anatomie cellulaire. L'agent moteur, c'est le protoplasma, mis, par l'action coordinatrice du système nerveux, dans un état déterminé : une pareille constatation n'est d'ailleurs qu'un aveu d'ignorance à peine déguisé. »

PHYSIOLOGIE. — *Relations physiologiques des albuminuries intermittentes.* Note de M. A. Charrin, présentée par M. Ch. Bouchard [1].

« L'étude prolongée de plusieurs cas d'albuminurie intermittente m'a conduit à établir des rapprochements entre différents phénomènes.

» Voici l'indication des principaux faits observés :

» Chez une jeune fille âgée de onze ans, l'urine, au lever, ne renferme que des traces impondérables d'albumine; cette substance, qui tout d'abord augmente lentement ($0^{gr},23$ à midi, avant le repas du milieu du jour), subit, après le déjeuner, une brusque élévation ($2^{gr},12$ à 3^h). A partir de ce moment les quantités vont en décroissant ($0^{gr},39$ à 7^h), se relèvent parfois légèrement à la suite du dîner ($0^{gr},55$ à 8^h30^m), pour s'abaisser, entre 10^h et 11^h (quand la malade se met au lit), à $0^{gr},24$.

» Au point de vue de la toxicité, nous avons reconnu que, pour tuer un kilogramme de matière vivante, il fallait injecter 98^{cc} de l'urine de la nuit, 37^{gr} à 46^{gr} de la sécrétion rénale émise de 12^h à 6^h et 60^{gr} de cette sécrétion éliminée entre 6^h et 10^h du soir.

» Les densités de ce liquide étaient, au réveil, 1011, à 5^h de l'après-midi 1019 et 1013 à 10^h. — La congélation de l'urine de la matinée se produisait à $-0°,96$; celle du contenu vésical expulsé vers 4^h à $-1°,45$. — La pression vasculaire, prise à la radiale, valait, à 9^h30^m, 13 à 14 divisions du sphygmo-manomètre Basch-Potain, et 16 dans la soirée.

» Chez une seconde jeune fille, âgée de 14 ans, également atteinte d'albuminurie intermittente, nous avons enregistré des phénomènes analogues. — Albumine, au ré-

[1] Travail du laboratoire de Médecine expérimentale de l'École des Hautes Études (Collège de France).

veil, indosable ou atteignant quelquefois 0gr,05 à 0gr,10; à 4h de l'après-midi, 3gr,13 (5gr,08 dans une analyse); à 9h, 0gr,42.

» Toxicité : 130cc par kilogramme pour l'urine de la nuit; 47cc pour celle qui a été sécrétée de midi à 6h45m. — Densité : 1013 pour l'urine émise entre le réveil et le déjeuner, 1018 pour le liquide fabriqué de midi à 7h. — Pression vasculaire : 14 à 9h du matin, 15 à 17 dans la soirée, vers 5h. — Nombre des pulsations : 76 le matin et 80 à 4h.

» Un troisième malade, un garçon de 15 ans, présentant aussi de l'albuminurie intermittente, nous a fourni quelques résultats de même ordre, mais trop peu nombreux, en raison du peu de durée de sa mise en observation.

» Les chiffres relatifs à l'histoire des deux premières malades représentent des moyennes de recherches ou d'analyses répétées six fois pour chacun des éléments en cause [1] (dosage de l'albumine, toxicité et densité urinaires, examen cryoscopique, pression).

» L'évolution de ces albuminuries, dans nos deux cas, montre que ce phénomène morbide ne saurait, du moins complètement, être rattaché soit à la station verticale, soit à l'intervention de l'alimentation. On a vu, en effet, chez ces jeunes filles, cette albuminurie diminuer vers la fin de la journée, alors que ces jeunes filles, continuant à aller et venir, prenaient un second repas qui, à diverses reprises, a été volontairement composé d'une façon identique à celui de midi : il en résulte qu'à elles seules ces causes, qui assurément peuvent exercer une part d'influence, ne sont pas suffisantes.

» Ajoutons qu'au point de vue des différents facteurs (arthritisme, tuberculose, lésion hépatique ou rénale, etc.) invoqués, en dehors des influences orthostatique ou alimentaire, pour expliquer l'apparition de ces albuminuries, l'histoire de nos malades n'a fourni aucun renseignement.

» En comparant les résultats obtenus, on voit que les maxima de plusieurs phénomènes (élimination de l'albumine; toxicité, densité, degré de congélation de l'urine; pression vasculaire) s'observent sensiblement au même moment de la journée.

» D'autre part, si l'on consulte les courbes de la consommation quoti-

---

(1) Il est clair que nous ne prétendons pas soumettre à un type unique toutes les albuminuries dites *intermittentes*. Toutefois, nous ferons remarquer que, même dans des cas d'albuminurie continue de provenances disparates (néphrites à la suite de la tuberculose ou de la grossesse), nous avons, avec d'autres auteurs, noté un maximum d'élimination existant de préférence de 3h à 6h du soir et quelquefois un premier maximum le matin, vers 9h ou 10h.

dienne d'oxygène ([1]), de la température générale de l'organisme ou de celle de l'urine ([2]), on constate que l'un des niveaux les plus élevés de ces courbes coïncide également avec ces maxima : autrement dit, l'activité de tous ces phénomènes atteint sa plus grande intensité à peu près dans la même période des vingt-quatre heures.

» Il semble que l'on puisse aller au delà de cette constatation positive des faits et formuler quelques considérations relatives à la genèse de ce processus.

» Bien des raisons tendent à faire considérer une partie, sinon la totalité des albuminuries intermittentes, comme un trouble de la nutrition; or, précisément les rapprochements opérés prouvent que ce trouble atteint son apogée à l'instant où les actes nutritifs sont dans toute leur intensité (maximum de la consommation d'oxygène, de la température du corps, de la toxicité, de la densité, du degré cryoscopique de l'urine). D'un autre côté, ces mêmes rapprochements établissent que ce passage de l'albumine du sang dans l'urine coïncide avec une grande activité circulatoire (élévation de la pression). — Dans ces conditions il est peut-être permis de penser qu'en dehors de l'élément principal, du facteur en quelque sorte chimique (intensité considérable d'une nutrition troublée), il y a lieu de tenir compte, dans la genèse de ces maxima d'élimination de l'albumine, d'un élément secondaire purement physique, des modifications réalisées dans le mécanisme de la circulation. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Phagocytose des bacilles d'Eberth.* Note de MM. **O.-F. Mayet** et **J. Bertrand**, présentée par M. Bouchard.

« On peut étudier les mouvements amiboïdes des globules blancs du sang de l'homme dans des conditions très favorables, en faisant une préparation entourée d'une couronne d'air et lutée, avec la sérosité d'un vésicatoire, prise vingt heures environ après l'application, avant qu'elle soit devenue purulente et en plaçant cette préparation dans une platine chauffante à la température de 39° à 40° (procédé de Mayet).

» Si dans une préparation ainsi faite on introduit avant de la luter une

---

([1]) Voir Frédéricq, *Arch. de Biologie;* 1883. Cette consommation subit plusieurs oscillations.

([2]) Voir Ch. Richet, *La chaleur animale.*

goutte de culture virulente ou de virulence faible de bacille d'Eberth, on peut constater, après élévation à la température voulue, que les globules blancs en activité amiboïdes englobent et introduisent dans leur protoplasma les bacilles.

» Ce phénomène, quoique évident, est rendu plus frappant, en raison de la difficulté de bien voir, sans artifice de coloration, les bacilles qui, d'une mobilité extrême, changent à chaque instant de position, par la considération du protoplasma des leucocytes eux-mêmes où l'on ne tarde pas à constater la présence de ces organites.

» On peut obtenir une démonstration encore plus péremptoire par le procédé suivant :

» On mélange dans un tube stérilisé une culture de bacille d'Eberth, avec un volume égal de sérosité recueillie comme il a été dit, puis après une demi-heure de séjour dans une étuve, à 37°-38°, on fait des préparations minces du mélange sur plaques de verre. Immédiatement desséchées et fixées sur l'alcool-éther ou le sublimé saturé, bien lavées et colorées à la safranine, à $\frac{1}{300}$; elles montrent, avec un grossissement de 6 à 700 diamètres, les bacilles fortement teintés en jaune rouge noir, inclus dans le protoplasma des leucocytes, soit en grand nombre, formant un véritable feutrage, soit dans d'autres éléments moins nombreux, dans quelques-uns désagrégés et à l'état de granulations ou de débris.

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches cytométriques et caryométriques des cellules nerveuses motrices après la section de leur cylindraxe*. Note de M. **G. Marinesco**, présentée par M. Bouchard.

« Les recherches entreprises jusqu'à présent ont montré que la section d'un nerf moteur présente une réaction caractéristique dans son centre d'origine, réaction qui consiste dans la dissolution des éléments chromatophiles et le déplacement du noyau. Ces recherches cependant ont négligé complètement les modifications que subissent également le noyau et le nucléole. Or, il était à prévoir qu'un traumatisme aussi violent que celui de la section du cylindraxe retentirait non seulement sur le protoplasma cellulaire, mais aussi sur le noyau et le nucléole. Mais l'analyse de ces modifications étant plus délicate en raison de la petitesse de volume de ces organes, on s'explique pourquoi ces modifications ont échappé complètement aux recherches précédentes des auteurs : Nissl, moi-même, Lugaro, van Gehuchten, etc. Aussi, des mensurations exactes des plus grandes dimensions du corps cellulaire du noyau et du nucléole s'imposaient non seulement

après la section des nerfs mais également à l'état normal. Il fallait en outre s'adresser à un centre bien défini et homogène au point de vue de la morphologie cellulaire, et sous ce rapport les noyaux de l'hypoglosse offrent les meilleures conditions. Des mensurations très nombreuses pratiquées sur les dimensions en micromillimètres des cellules, des noyaux et des nucléoles ont montré qu'entre les deux noyaux de l'hypoglosse à l'état normal il n'y a pas de différence sensible, mais que ces dimensions varient surtout avec la taille de l'animal. Pour éviter toute cause d'erreur il faut mesurer autant que possible les pièces au même niveau parce que les cellules ne présentent pas exactement les mêmes dimensions sur tout le trajet du noyau de l'hypoglosse. D'autre part, il m'a semblé que les cellules situées à un niveau supérieur réagissent d'une manière moins intensive que les cellules situées vers la partie inférieure de ce noyau. Enfin, il faut pratiquer des numérotations sur plusieurs séries de cellules et c'est pour cette raison que nous avons choisi des séries de 10 et que nous avons considéré les dimensions moyennes des cellules, des noyaux et des nucléoles des deux côtés après la section, la résection et la ligature de ce nerf. En outre, on a pratiqué des mensurations sur les régions lombaire et sacrée de la moelle de chiens qui avaient subi la désarticulation de la jambe.

» Voici le résultat de ces recherches : trois jours après la section simple de l'hypoglosse, on constate une augmentation brusque de toutes les parties constitutives de la cellule nerveuse. Ainsi, pour donner des chiffres, la moyenne de la plus grande dimension des cellules du côté correspondant à la section varie entre 48^{μ} et $48^{\mu},2$, celle des noyaux entre $16^{\mu},2$ et $17^{\mu},6$, celle du nucléole entre $3^{\mu},7\frac{1}{2}$ et $3^{\mu},8\frac{1}{2}$; pendant que du côté opposé, ces dimensions n'atteignent que $38^{\mu},2$ à $40^{\mu},6$ pour les cellules, $13^{\mu},4$ à $15^{\mu},4$ pour les noyaux et $3^{\mu},2$ à $3^{\mu},5\frac{1}{2}$ pour les nucléoles. La différence entre les deux côtés est très visible et il en résulte que la réaction ne se limite pas seulement à l'appareil chromatique et à l'augmentation du corps cellulaire, mais qu'il y a encore une véritable association réactionnelle du noyau et du nucléole qui consiste notamment dans l'augmentation de volume de ces deux éléments. Cette augmentation de volume du noyau et du nucléole ne présente pas une valeur fixe, mais, d'une manière générale, elle suit de près les fluctuations du volume cellulaire. Ainsi, lorsque la cellule, après la phase de réparation, revient à l'état normal l'augmentation de volume du noyau et du nucléole diminue également.

» Cette augmentation de volume de la cellule, du noyau et du nucléole apparaît également, lorsqu'on fait la résection de l'hypoglosse sur un trajet de 2^{cm}. Mais l'évolution ultérieure du corps cellulaire du noyau et du nucléole n'est pas la même qu'après la section simple du même nerf. En effet, en réséquant 2^{cm} et surtout lorsque la résection dépasse cette mesure, au moment où la cellule nerveuse passe à la phase de réparation, la cellule, et surtout le noyau et le nucléole diminuent de volume d'une façon rapide et passent à un processus d'atrophie progressive qui peut aboutir à la disparition complète de la cellule.

» Pour illustrer avec quelques exemples cette constatation, voici ci-après quelques chiffres : treize jours après la résection, j'ai trouvé une moyenne de $44^{\mu}\frac{2}{3}$ pour les cellules, de $15^{\mu}\frac{2}{3}$ pour les noyaux et $3^{\mu}\frac{2}{3}$ pour les nucléoles du côté correspondant à la résection; pendant que, du côté opposé, la moyenne d'une cellule est représentée par 38^{μ}, celle du noyau par $15^{\mu},1\frac{1}{3}$, et par $3^{\mu},3\frac{1}{6}$ pour le nucléole. Quatorze jours après une résection de 2^{cm}, j'ai trouvé une moyenne de $48^{\mu},7\frac{1}{2}$ pour une cellule du côté correspondant à la résection, de $15^{\mu},6\frac{3}{4}$ pour le noyau et $3^{\mu},7\frac{1}{2}$ pour le nucléole du même côté. Du côté opposé, l'évaluation moyenne de la cellule correspond à $45^{\mu},6$, celle du noyau à $15^{\mu},8$ et celle du nucléole à $3^{\mu},8\frac{5}{8}$. Trente-huit jours après la résection, sur un trajet de $2^{cm}\frac{1}{2}$, la moyenne d'une cellule correspondant au côté réséqué n'est que de $39^{\mu},4$, celle du noyau $14^{\mu},1$, et celle du nucléole $3^{\mu}\frac{1}{2}$; pendant que du côté opposé on trouve une moyenne de $41^{\mu},4$ pour la cellule, de $16^{\mu},6$ pour le noyau et $3^{\mu},6\frac{5}{7}$ pour le nucléole.

» Les résultats sont un peu différents après la résection des nerfs périphériques sur une grande étendue, comme cela arrive après la désarticulation de la jambe chez le chien et ainsi que le prouvent les chiffres suivants : dix-huit jours après l'opération, la moyenne d'une cellule correspondant au côté malade peut être évaluée à 77μ, celle du noyau à 18μ, celle du nucléole à $5^{\mu},4$. Du côté opposé, on trouve $67^{\mu},6$ pour la cellule, $14^{\mu},7$ pour le noyau et 5μ pour le nucléole. Après vingt-neuf jours, la cellule du côté de la lésion atteint $82^{\mu},2$, le noyau $19^{\mu},6$ et le nucléole $5^{\mu},6\frac{1}{2}$ pendant que la cellule normale indique $76^{\mu},1$, le noyau $19^{\mu},3\frac{1}{2}$ et le nucléole $4^{\mu},7\frac{1}{2}$. Après un intervalle de quatre-vingt-seize jours, la cellule du côté lésé mesure $72^{\mu},9\frac{1}{2}$, le noyau $19^{\mu},0\frac{1}{4}$ et le nucléole $5^{\mu},0\frac{3}{4}$. Du côté normal, j'ai constaté $75^{\mu},9\frac{1}{2}$ pour la cellule, $19^{\mu},8\frac{1}{4}$ pour le noyau et $5^{\mu},2\frac{3}{4}$ pour le nucléole. Après une survie de cent soixante-douze jours, la moyenne d'une cellule du côté malade indique 61μ, celle du noyau $17^{\mu},7$ et celle du nucléole $4^{\mu},5\frac{1}{4}$, pendant que du côté opposé on trouve $72^{\mu},1$ pour la cellule, $18^{\mu},7\frac{1}{2}$ pour le noyau et $4^{\mu},9$ pour le nucléole.

» En somme, les modifications des cellules nerveuses du côté de l'amputation se rapprochent beaucoup de celles dues à la résection du nerf hypoglosse sur un trajet de 2^{cm} à 3^{cm}, dans ce sens que dans les deux cas, après la phase de réaction avec augmentation du diamètre maximum du corps cellulaire, du noyau et du nucléole, il s'ensuit non pas une phase de réparation complète et de retour à l'état normal, comme cela a lieu après la section simple, mais bien l'atrophie progressive de toutes ces parties avec ou sans ébauche de réparation. »

BIOLOGIE. — *Réflexions au sujet des expériences de* M[lle] Barthelet *sur la Télégonie*. Note de M. **Édouard Rogez**, présentée par M. Alfred Giard.

« M[lle] Barthelet a rendu compte, dans une Note récente (¹), des expériences intéressantes qu'elle a faites sur la télégonie.

» Je crois devoir présenter, au sujet de ces expériences, les réflexions suivantes :

» 1° Il importe de discuter sévèrement les conditions des expériences à résultats positifs. Mais l'hypothèse de l'existence de la télégonie ne prétend pas annuler les influences personnelles des pères successifs : celles-ci peuvent masquer souvent l'influence supposée du premier père, sans qu'il soit permis d'en conclure formellement au rejet de cette hypothèse. *Au contraire, il suffirait d'un cas positif absolument authentique pour mettre hors de doute l'existence de la télégonie*. Les généralisations de résultats négatifs doivent être fort prudentes.

» L'auteur du travail cité a fait sur les Souris des expériences d'ailleurs très intéressantes. Elle conclut que la télégonie n'est qu'un préjugé d'éleveur : c'est au moins une induction téméraire.

» 2° M[lle] Barthelet a choisi pour sujet de ses expériences les variétés de l'espèce *Mus domesticus*, parce que, dans la conception des animaux de cette espèce, *l'influence paternelle est prépondérante*.

» Cette condition, contrairement à l'opinion de M[lle] Barthelet, n'est-elle pas défavorable ?

» En effet, la télégonie peut recevoir, semble-t-il, deux explications :

» *a*. Influence, sur le développement des cadets, de l'organisme maternel modifié par l'*imprégnation*, quelle que soit d'ailleurs la nature de la modification subie;

» *b*. Influence, sur les portées successives, des produits du premier accouplement; ceux-ci auraient, pendant leur période fœtale, influencé les ovules non mûrs de la mère, ou les cellules génératrices qui devaient former les ovules à venir : c'est l'explication que, sous le nom d'*hérédité fraternelle*, donne M. L. Bard dans les développements de sa théorie de l'induction vitale.

» Quoi qu'il en soit, l'influence du premier père, si elle existe, se fait

---

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 911, 26 novembre 1900.

sentir, dans les conceptions résultant des accouplements ultérieurs, par l'intermédiaire de l'influence de l'organisme femelle (du soma ou des ovules).

» L'influence du premier père aura d'autant plus de chances d'être observée que l'organisme maternel aura lui-même une grande influence sur l'hérédité. L'influence *prépondérante* des pères successifs peut *masquer* complètement la télégonie due à l'action du premier père.

» Peut-être même cette prépondérance est-elle corrélative à une indifférence partielle, en matière d'hérédité, de l'organisme femelle : cette indifférence pourrait être contradictoire à l'existence d'une télégonie nette dans l'espèce étudiée.

» Les expériences de Mlle Barthelet ne me semblent donc comporter aucune généralisation théorique ayant quelque caractère de certitude.

» Les espèces à influence maternelle excessive offriraient, sans doute, d'autre part, de mauvaises conditions d'expériences. Les deux extrêmes paraissent devoir être évités. »

M. Giard présente, à propos de cette Note, les observations suivantes :

« En présentant à l'Académie la Note de Mlle Barthelet (séance du 26 novembre 1900), j'avais fait ressortir combien les conclusions de ces recherches, d'ailleurs très méritoires, dépassaient le résultat des expériences. Les judicieuses remarques de M. E. Rogez montrent que les conditions mêmes de ces expériences sont telles que le résultat négatif n'implique pas nécessairement l'absence de la télégonie.

» Il convient d'ajouter qu'avec les mêmes animaux les résultats positifs qu'on a pu parfois obtenir ne sont guère plus démonstratifs dans le sens opposé.

» L'albinisme des Souris blanches est, en effet, un albinisme vrai, c'est-à-dire un état semi-pathologique dont l'étiologie est encore inconnue, mais qui peut intervenir comme un élément perturbateur dans le résultat des croisements.

» Si, par exemple, une Souris grise, accouplée d'abord avec un mâle blanc et ayant donné une portée de jeunes albinos, produisait ensuite, avec un mâle gris, des petits également blancs, on ne pourrait en conclure rigoureusement qu'il y a eu imprégnation télégonique. Il faudrait, en effet, établir auparavant que la femelle n'a pas été infectée lors de sa première gestation par l'agent, quel qu'il soit, qui détermine l'albinisme, de telle

sorte qu'elle n'aurait fait que transmettre aux produits de la deuxième portée un état maladif communiqué par le premier père aux petits de la première portée.

» On sait que la panachure des feuilles des végétaux, comparable à bien des égards à l'albinisme des animaux, est susceptible, dans certains cas, d'être communiquée par le greffon au sujet greffé.

» Mais il est une autre cause d'erreur plus importante encore et qui, d'ailleurs, est la pierre d'achoppement dans la plupart des expériences relatives à la télégonie : je veux parler de l'atavisme et de la difficulté qu'on rencontre à opérer sur des races pures. Cette difficulté est presque insurmontable dans le cas des Souris blanches.

» Les races de Souris albines élevées en captivité ne tardent pas à dégénérer. Malgré les soins les plus minutieux, le rachitisme et d'autres maladies (notamment des tumeurs encore mal étudiées) entraînent une mortalité qui va bientôt jusqu'à l'extinction.

» Le seul moyen d'empêcher cette extinction est d'infuser de temps en temps du sang nouveau en prenant comme étalons des mâles gris sauvages. Ce procédé, qui m'a été indiqué naguère par Donders, doit être connu des éleveurs. Il donne d'excellents résultats. En accouplant avec des mâles blancs les femelles grises issues des pères gris sauvages, on obtient une majorité de produits blancs et, si l'on veut avoir une race blanche homogène, on y arrive assez rapidement en supprimant par sélection les jeunes gris dont le nombre décroît avec les générations successives.

» Mais, pour être rares, ces produits gris n'en existent pas moins, et les retours ataviques qui restreignent la prépondérance paternelle empêchent aussi de faire la part de la télégonie; car on peut toujours dire que les jeunes gris sont dus, non à l'influence télégonique d'un mâle gris antécédent, mais au retour atavique à un mâle sauvage ancestral.

» Dans les expériences de croisement entre Souris blanches et grises, que j'ai faites autrefois, j'ai souvent obtenu, avec une grande majorité de produits de la couleur du père, quelques individus ayant la couleur maternelle. Tel fut également le résultat des observations de Colladon qui, le premier, tenta des expériences de ce genre, mais qui ne paraît pas avoir noté la prépondérance paternelle.

» Prévost et Dumas, rappelant les expériences de Colladon, s'expriment ainsi :

» Les variétés blanche et grise s'accouplent sans difficulté, mais les petits qu'elles produisent n'offrent aucun mélange de nuance dans le pelage. Quelle que soit la com-

binaison de mâle et de femelle que l'on emploie, la génération qui en provient renferme des individus blancs et des individus gris en nombre variable; il ne se présente jamais de métis. Il en est de même si l'on forme de nouvelles associations avec les souris blanches et les souris grises de cette première génération; cette singularité se conserve encore à la troisième, et probablement elle persisterait malgré tous les mélanges successifs, puisque le nombre considérable des portées dont on a été témoin dans ces recherches n'a pu faire éprouver d'altération dans la pureté des types gris et blanc d'origine ([1]). »

» Il existe cependant des races de Souris *pies*, c'est-à-dire panachées de noir et de blanc, et ces races ne paraissent pas issues d'individus présentant accidentellement ce mélange de couleurs, tels qu'on en rencontre parfois en liberté.

» Dans les expériences auxquelles j'ai déjà fait allusion et que j'ai poursuivies à Lille de 1878 à 1884, j'ai obtenu plusieurs fois ces races panachées en accouplant des Souris blanches avec des mâles de la forme noire (*Mus poschiavanus* Fatio).

» On peut même obtenir des individus tricolores en croisant ces formes pies avec des mâles isabelles ou roux (*M. bactrianus* Blyth et *M. incertus* Savi). Mais les mâles dont il s'agit avaient été acquis par moi au marché aux oiseaux de Paris et je ne connaissais rien de leur lignée ancestrale.

» Or il reste quelque doute sur l'origine de ces races panachées, plus fréquentes parmi les Souris japonaises dansantes que parmi nos souris européennes ([2]).

» Quoi qu'il en soit, les produits obtenus par le croisement des Souris panachées soit avec le type albinos, soit avec la forme grise normale, m'ont paru très hétérogènes. Ils obéissent beaucoup moins à la loi de la prépondérance paternelle que les jeunes issus de l'accouplement des formes blanche et grise. »

([1]) Prévost et Dumas, *Observations relatives à l'appareil générateur, etc.* (*Ann. Sc. nat.*, t. I, p. 180; 1824).

([2]) F. Lataste, *Trois questions* (*Bulletin scientifique du département du Nord*, t. XVI, p. 369 et 370; 1884-1885).

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le parasitisme du* Fusarium roseum *et des espèces affines.* Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Guignard.

« En annonçant à l'Académie, dans une Communication antérieure, la découverte du parasite qui dévaste les plantations d'OEillets en Provence, j'avais formulé des réserves sur la place qu'occupe ce parasite dans le groupe des Hyphomycètes, parce que la forme *Cylindrophora* qui m'était apparue en assez grande abondance, après quelques semaines de recherches, ne correspondait pas exactement aux espèces décrites.

» MM. Prillieux et Delacroix, qui étudiaient la même maladie depuis plusieurs années, ont bien voulu confirmer de tous points les résultats que j'avais annoncés, mais ils ont cru pouvoir attribuer au parasite que j'ai découvert le nom de *Fusarium Dianthi.* Si l'attribution au genre *Fusarium* peut être admise, il ne me paraît pas possible de conserver le nom spécifique, car le parasite dont il est question ne constitue pas une espèce nouvelle.

» En effet, les diverses espèces du genre *Fusarium* sont caractérisées par leur appareil fructifère (*sporodochia*), par la disposition des basides, par la forme et la grandeur des spores.

» En cultivant le parasite des OEillets dans les milieux les plus variés, inertes ou vivants, j'ai obtenu indifféremment les appareils fructifères floconneux ou compacts qui caractérisent les deux sections des vrais *Fusarium :* 1° la section des *Fusisporium* à sporodochia floconneux, tantôt roses, comme chez le *F. roseolum* Sacc., tantôt blancs comme chez le *F. commutatum* Sacc.; 2° la section des *Selenosporium* à sporodochia compacts, de forme déterminée, d'une couleur rose, comme chez le *F. roseum* Link., orangée comme chez le *F. aurantiacum* Corda variété du *F. oxysporium* Schlecht., ou enfin ocracé comme chez le *F. pyrochroum* Sacc.

» Les basides sont tantôt verticillées, opposées ou alternes et, suivant ces variations, peuvent être rapportées à des espèces différentes. Quant aux spores, elles offrent la plus grande variété, puisqu'on peut trouver tous les intermédiaires entre les spores ovoïdes, cylindriques et continues, de 5 à 10 μ de longueur sur 2 à 3 μ de largeur et les spores arquées dont les dimensions oscillent entre 20 et 70 μ de longueur et 2 à 6 ou 7 μ de largeur avec des cloisons dont le nombre varie de 1 à 7.

» Puisque l'on peut ainsi, suivant les modalités de la culture, rapporter le parasite des OEillets aux espèces les plus variées, on peut conclure, d'une part, que ce parasite ne constitue pas une espèce nouvelle et que le nom de *F. Dianthi* doit disparaître pour être remplacé par un des noms plus anciens; d'autre part, que la spécification des espèces du genre *Fusarium* est incertaine.

» Les résultats que j'ai obtenus jusqu'ici ne sont pas encore assez complets pour me permettre de tracer un cadre plus précis des formes du genre *Fusarium* : en attendant, je désignerai le parasite que j'ai découvert chez les OEillets sous le nom de *Fusarium roseum* Link. Cette espèce, avec ses douze variétés, est en effet celle à laquelle on peut rapporter le plus grand nombre de formes de spores que développent les cultures. Il reste entendu, toutefois, que les espèces que j'ai signalées plus haut pourraient rentrer dans le groupe si complexe des formes du *Fusarium roseum*.

» L'intérêt qui s'attache à la connaissance de ces plantes s'accroît encore en présence de l'action parasitaire, méconnue jusqu'ici, qu'elles peuvent exercer. En dehors des OEillets chez lesquels j'ai fourni la preuve du parasitisme du *Fusarium roseum*, je puis citer d'autres exemples de plantes susceptibles d'être envahies par lui, et notamment la Pomme de terre, le Dahlia, dont les tissus sont, en quelques semaines, entièrement détruits. La possibilité d'infecter, avec le parasite des OEillets, des plantes très différentes est une nouvelle raison de supprimer la dénomination proposée par MM. Prillieux et Delacroix.

» Une circonstance fortuite m'a permis de constater que l'action parasitaire du *Fusarium roseum* peut acquérir, chez la Pomme de terre notamment, une importance qui mérite d'éveiller l'attention des cultivateurs. Au mois d'octobre dernier, une récolte de Pommes de terre sur pied a été en grande partie détruite dans le Vaucluse par l'invasion de ce champignon, invasion qui a succédé à une période de pluie survenue du 10 août au 15 septembre 1900. J'ai pu retrouver, dans les tubercules malades qui m'ont été adressés, toutes les phases de l'altération que j'avais observée au printemps dernier sur des semis effectués dans des tubercules sains.

» On voit ainsi qu'il y a urgence à débarrasser le sol des spores du *Fusarium roseum* : c'est pourquoi j'ai signalé, il y a plus de six mois, dans une Communication faite à la Société de Biologie ([1]), diverses substances

([1]) *Sur la maladie des OEillets à Antibes* (*C. R. de la Soc. de Biologie,* t. LII, p. 248; 23 mars 1900.)

capables d'enrayer, au moyen d'arrosages massifs ou de pulvérisations, l'extension du parasite : ce sont le sublimé corrosif, le lysol et le naphtol β.

» M. Delacroix a cru pouvoir contester en ces termes l'emploi du naphtol β (1) : « La solution de naphtol β à $\frac{1}{2400}$ préconisée par M. Mangin » est insuffisante; les chlamydospores y germent presque aussi vite que » dans l'eau. »

» Sans rapporter ici mes résultats, toujours concordants, du mois de mars dernier, j'indiquerai seulement l'expérience de contrôle que je viens de réaliser :

» J'ai préparé trois ballons de culture : le premier avec 20^{cc} de solution nutritive pure; le deuxième avec le même volume de solution additionnée de naphtol-β à $\frac{1}{2000}$; le troisième, de solution nutritive avec naphtol β à la dose de $\frac{1}{3000}$. Après stérilisation, les ballons sont ensemencés, le 12 décembre à 11^h, avec le *Fusarium roseum*. Dans le premier ballon, la germination et la croissance s'effectuent avec une telle rapidité que, le 16 décembre à 11^h, après quatre jours, le mycélium remplit tout le liquide et forme à la surface un feutrage très épais, d'un blanc de neige, couvert d'abondantes fructifications. Pendant ce temps, les flacons 2 et 3 sont demeurés rigoureusement stériles.

» Ces observations confirment entièrement les résultats que j'avais déjà publiés. »

BOTANIQUE. — *Sur la cytologie des Gastromycètes*. Note de M. **René Maire**, présentée par M. Guignard.

« La présente Note contient les résultats principaux des études cytologiques que nous avons faites cet automne sur les Gastromycètes, pour faire pendant à celles que nous avions effectuées sur les Hyménomycètes (2).

» Espèces étudiées. — *Scleroderma vulgare, Geaster hygrometricus, Lycoperdon cœlatum, excipuliforme, piriforme, gemmatum; Nidularia globosa, Cyathus hirsutus.*

» Résultats. — Dans toutes les espèces étudiées, nous avons observé

(1) Prillieux et Delacroix, *Sur la maladie des Œillets produite par le* Fusarium Dianthi (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 961; 3 décembre 1900.)

(2) R. Maire, *Sur la cytologie des Hyménomycètes* (*Comptes rendus*, 9 juillet 1900).

la fusion de deux noyaux *seulement* dans les jeunes basides. Les cellules sous-hyméniales contiennent toujours *deux noyaux associés* à *mitoses conjuguées*.

» Beaucoup de cellules des autres tissus, lorsque ceux-ci sont âgés, renferment un plus ou moins grand nombre de noyaux, mais ces noyaux proviennent d'une *fragmentation amitotique des deux noyaux primitifs. Le nombre des chromosomes est de deux* chez toutes les espèces étudiées.

» L'étude de la baside est particulièrement intéressante chez *Scleroderma vulgare*. Au début de la prophase de la première division, le cytoplasma contient un certain nombre de granules colorables en noir par l'hématoxyline ferrique, autour desquels irradient les microsomes. Il paraît bien que deux de ces granules deviennent les centrosomes, car, un peu plus tard, deux d'entre eux seulement se montrent comme des centres d'irradiation; ils sont alors placés de chaque côté du noyau dont le nucléole et la membrane disparaissent bientôt, tandis que le réticulum chromatique se transforme en deux bâtons irréguliers et noueux qui représentent deux chromosomes, et qui s'étendent presque d'un centrosome à l'autre.

» En même temps s'est organisé entre les centrosomes un fuseau; les deux chromosomes se raccourcissent en augmentant d'épaisseur, puis se divisent en deux *longitudinalement*, en s'écartant en V jusqu'à se trouver bout à bout parallèlement à l'axe du fuseau. Ils se dirigent ensuite vers les pôles et s'y réunissent en une masse chromatique qui masque le centrosome et d'où semblent maintenant irradier les rayons des asters. Le fuseau disparaît bientôt et la seconde division commence presque aussitôt: il se forme autour de chaque noyau un fuseau avec centrosomes et asters. Toutes les granulations du cytoplasma s'amassent sur les irradiations des asters, sauf quelques-unes, qui restent en couche pariétale à la base de la baside, de sorte que, sauf ce résidu, tout ce qui est visible dans le cytoplasma *est orienté par rapport aux quatre centrosomes*. La seconde division se fait comme la première, puis les choses se passent comme si les quatre centrosomes déterminaient la formation des quatre spores; ils disparaissent d'ailleurs dès l'arrivée des noyaux dans celles-ci pour ne reparaître que lors de la mitose, qui se produit dans la spore quelque temps après sa formation.

» Chez *Lycoperdon excipuliforme*, les processus sont assez analogues, mais le kinoplasma (fuseau et irradiations polaires) est beaucoup plus difficile à mettre en évidence. La division des chromosomes, qui ici ont la

forme de longues baguettes grêles et noueuses, paraît se faire par étirement, comme chez les Urédinées. La formation des stérigmates est accompagnée d'une différenciation kinoplasmique du cytoplasma de la baside, analogue à celle rencontrée chez les Hyménomycètes.

» Le *Geaster hygrometricus* présente des basides de deux à huit spores. Le noyau de fusion subit deux divisions successives; quelquefois, les choses en restent là, et il se forme quatre spores dont chacune reçoit un noyau. D'autres fois, un ou deux des quatre noyaux se divisent : il en résulte cinq spores et cinq noyaux, ou six spores et six noyaux; souvent les quatre noyaux se divisant, il en résulte huit spores et huit noyaux. Quelquefois, le noyau de la baside ne subit qu'une division, d'où deux noyaux et deux spores. Le cas le plus ordinaire semble être la baside hexasporique. D'autre part, la formation des spores est, jusqu'à un certain point, indépendante de celle des noyaux : il arrive, par exemple, qu'une baside, ne possédant que quatre noyaux, forme cinq spores, etc. Ces processus sont très variables, tout comme dans les basides des Cantharellacées que nous étudions en ce moment. Quoi qu'il en soit, chez le *Geaster*, la formation des spores se fait toujours de la façon suivante : au sommet de la baside pousse un *prolongement unique*, sorte de *stérigmate collectif*, au sommet duquel se forment les spores sur des pédicules très courts. Les noyaux, en nombre définitif, s'engagent tous ensemble en s'étirant dans le stigmate collectif, pour se rendre ensuite séparément chacun dans sa spore. Chez le *Geaster*, les centrosomes et le kinoplasma sont peu visibles.

» Chez les *Nidularia* et *Cyathus*, les basides forment quatre noyaux et quatre spores; les centrosomes ont été vus chez le premier. »

BOTANIQUE. — *Variations de structure d'une Algue verte,* Stichococcus bacillaris *Näg., sous l'influence du milieu* (1). Note de MM. **L. Matruchot** et **M. Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

» Dans le but d'étudier les variations que subit la structure des cellules végétales sous l'action de certaines conditions de milieu, nous nous sommes adressés de préférence à des Algues vertes unicellulaires; les végétaux de cette nature offrent, en effet, les meilleures conditions pour de telles

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

études : d'une part, on peut en obtenir des cultures pures, et se mettre ainsi à l'abri d'une double cause d'erreur, l'action possible de microorganismes, et le mélange de deux ou plusieurs espèces d'Algues voisines; d'autre part, en s'adressant à des êtres unicellulaires, on est certain d'étudier l'action immédiate des divers agents sur la cellule, et à ce point de vue les Algues sont les seuls végétaux à chlorophylle auxquels on puisse s'adresser.

» Parmi les Algues unicellulaires, nous avons choisi le *Stichococcus bacillaris* Näg., qui offre une structure nettement différenciée et présente l'avantage de pouvoir se développer dans des conditions très variées. Nous avons réussi à cultiver purement cette espèce sur la plupart des milieux habituellement employés; elle ne se développe pas seulement à la surface de substratums solides et à l'intérieur des liquides nutritifs, mais encore à l'intérieur des milieux gélatinés, où elle forme des colonies sphériques souvent volumineuses.

» *Aspect des colonies dans les milieux gélatinés.* — Ce sont tout naturellement les cultures dans ces derniers milieux qui fournissent les meilleurs caractères macroscopiques des colonies. Des tubes de divers milieux gélatinés ont été ensemencés d'une manière homogène par des semis comparables de *Stichococcus*.

» Les variations des colonies suivant la nature de l'aliment ajouté portent en particulier sur la couleur, la taille et la profondeur maxima à laquelle elles peuvent se développer.

» La couleur, pour des colonies de même diamètre, varie d'un vert très sombre (eau pure gélatinée) à un vert jaunâtre (eau gélatinée + 3 pour 100 de glucose). Le diamètre des colonies, à une même distance de la surface, varie du simple (mannite 3 pour 100) au décuple (glucose 3 pour 100). Enfin, dans certains milieux (mannite, dextrine, fécule 3 pour 100), les colonies peuvent se développer jusqu'au fond des tubes de culture, à une distance d'environ 4^{cm} de la surface; dans d'autres (saccharose, maltose 3 pour 100), le développement cesse à $0^{cm},5$ de la surface libre.

» Mais nous nous sommes surtout attachés à observer les modifications que subit la cellule sous l'influence de divers agents.

» *Variations de la forme extérieure.* — Les variations de morphologie externe offertes par les cellules se développant dans différents milieux sont relatives à la forme des cellules, à leurs dimensions et à la faculté plus ou moins grande qu'elles ont de s'isoler les unes des autres.

» A l'état normal, le *St. bacillaris* se présente sous forme de cellules plus ou moins

dissociées, en forme de gros bâtonnets à angles arrondis (7-10 μ sur 5 μ); il se rapporte à la forme *St. dissectus* décrite par Gay.

» Dans les milieux liquides, le contour est toujours plus arrondi et les dimensions y sont très variées : cellules subsphériques isolées de 6 μ sur 5 μ dans le lévulose, gros éléments se dissociant plus tardivement de 12 à 18 μ sur 6 à 8 μ dans la peptone.

» Dans les milieux gélatinés, les colonies profondes sont formées d'individus plus nettement bacillaires et beaucoup plus petits : 4 à 6 μ sur 3 μ (peptone, lévulose).

» *Variations du chloroleucite.* — Dans la forme aérienne normale, il n'existe généralement qu'un seul chloroleucite à contour net, accolé latéralement à la membrane et plus ou moins étranglé dans la partie médiane.

» Ce leucite présente des variations très accentuées de forme et de couleur suivant les conditions de culture. C'est ainsi que dans la peptone il s'allonge et prend une forme spiralée très nette; dans le maltose il se morcelle et donne de 2 à 8 masses distinctes, à contour arrondi et toujours net. Mais, quel que soit d'ailleurs le degré de morcellement du leucite, l'algue reste toujours unicellulaire; elle ne présente jamais qu'un seul noyau médian.

» Dans une solution de glucose à 3 pour 100 le leucite perd sa forme définie et la chlorophylle n'apparaît plus qu'en faible quantité et d'une manière diffuse sur l'un des côtés de la cellule. On observe même d'assez nombreux individus totalement décolorés. Dans tous les cas où la chlorophylle est ainsi diffuse, la cellule est le siège d'une production de grosses gouttelettes huileuses que nous ne pouvons considérer comme une véritable dégénérescence, car dans ces conditions l'algue se multiplie très activement. Cette action du glucose sur le développement de la chlorophylle rappelle les phénomènes observés par Palladine chez les végétaux supérieurs.

» A l'obscurité le *Stichococcus* se développe presque aussi bien qu'à la lumière, mais, dans les cas étudiés, bien que les colonies paraissent toujours vertes, la chlorophylle est diffuse et beaucoup moins abondante dans chaque cellule.

» *Grains rouges.* — En dehors du noyau, les cellules de *Stichococcus* renferment de petits corpuscules très réfringents qui, sous l'action de divers réactifs (acide acétique, violet de gentiane, fuchsine), semblent colorés en rouge. Ces corps sont comparables aux grains rouges observés déjà chez divers végétaux inférieurs (Cyanophycées, Levures, etc.).

» Leur nombre et leur taille présentent, suivant la nature du milieu, des variations assez prononcées. Dans les individus développés à l'air libre ou dans l'eau pure les grains rouges sont relativement rares et petits.

Lorsqu'on ajoute à l'eau un aliment (peptone, sucres, etc.), ces granules deviennent plus abondants et plus gros. Or on sait que la nature de ces grains rouges a fait l'objet de nombreuses controverses et qu'elle n'est pas encore complètement élucidée. Il nous semble que les observations que nous venons de rapporter viennent à l'appui de la manière de voir de ceux qui les considèrent comme des éléments de réserve. »

BOTANIQUE. — *Sur le développement des plantes étiolées ayant reverdi à la lumière* (¹). Note de M. **H. Ric me**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La privation de lumière détermine chez les végétaux un développement anormal, bien connu sous le nom d'*étiolement*. Les changements de forme à l'obscurité sont attribués par M. W. Palladine à la différence de transpiration de la tige et de la feuille. M. Wiesner, tout en accordant à la transpiration un rôle important, croit nécessaire de faire intervenir d'autres facteurs, encore mal déterminés.

» Je me suis proposé d'aborder la question d'une façon nouvelle, en faisant cesser l'étiolement par le retour à l'éclairement. Des graines en germination sont semées en plusieurs lots et mises à l'obscurité, de manière à obtenir l'étiolement des plants. Ceux-ci sont ensuite placés dans les conditions normales d'éclairement, c'est-à-dire à l'alternance régulière du jour et de la nuit. La mise à la lumière a lieu pour les divers lots successivement et à des degrés de plus en plus avancés de l'étiolement. Des plants témoins de même âge sont cultivés simultanément dans les conditions normales.

» Les cultures ont été faites dans une serre tempérée, à compartiment obscur. Toutes les conditions, autres que l'éclairement, étaient les mêmes pour les plantes à comparer, notamment la température et l'humidité de l'air.

» Voici les principaux résultats morphologiques obtenus, lorsque la plante est arrivée à l'état adulte; les caractères de structure seront publiés ultérieurement :

» *Tige.* — La croissance exagérée de la tige étiolée se ralentit au moment de la mise à la lumière. L'accroissement en longueur, pour les plantes à petites graines,

---

(¹) Travail du laboratoire de Botanique de M. Gaston Bonnier.

devient et demeure très lent, plus lent que dans les plants témoins (*Cheiranthus Cheiri, Senecio Jacobœa, Perilla nankensis*). Lorsque au contraire les réserves sont abondantes, l'accroissement ne diffère pas sensiblement de l'allongement normal, sauf au début où il paraît plus faible (*Vicia Faba, Ervum Lens, Ricinus communis*).

» La tige adulte, suivant que l'étiolement initial ou le retard consécutif à la mise à la lumière prédomine, est tantôt plus longue, tantôt plus courte que la tige normale. Elle est plus longue, quand l'étiolement a cessé bien avant l'épuisement des réserves de la graine. Elle est plus courte, quand les réserves étaient presque entièrement consommées au moment de la mise à la lumière.

» Les entrenœuds de la base ou l'axe hypocotylé, suivant les cas, sont et demeurent plus grêles que les entrenœuds moyens, à l'exception des plantes pourvues de réserves lors de la mise à la lumière. Il arrive même que la plante périt par la base, comme si cette région était impuissante à transmettre aux parties hautes la quantité d'eau nécessaire (*Perilla, Cheiranthus*).

» Les entrenœuds basilaires formés à l'obscurité sont allongés. Mais les entrenœuds développés aussitôt après la mise à la lumière paraissent être plus courts que les entrenœuds suivants de la même tige et que les entrenœuds correspondants des plants témoins. Les entrenœuds apparus plus tard ont une longueur normale.

» Le nombre des entrenœuds et par suite le nombre des feuilles, est plus faible que dans la plante normale, surtout si l'étiolement a été de longue durée.

» *Feuille.* — Le limbe des feuilles est plus petit que le limbe normal, quand la plante n'a que peu de réserves à sa disposition et doit attendre le verdissement pour se nourrir suffisamment. Quand au contraire les réserves sont abondantes, lors de la mise à la lumière, la surface foliaire devient plus grande qu'à l'état normal. Les feuilles plus tardives ont le développement habituel.

» *Poids humide et poids sec.* — Le poids total de la partie aérienne de la plante (tige et feuilles) reste bien inférieur au poids normal si les réserves sont sur le point de faire défaut lors de la mise à la lumière, tandis que, pour les plantes pourvues de réserves à ce moment-là, ce poids lui est parfois sensiblement égal.

» Le poids sec est inférieur au poids sec des plants témoins et cela d'autant plus que l'étiolement a duré plus longtemps. La comparaison des poids secs montre que la plante subit une grande perte d'eau, à la suite du changement de conditions, et qu'elle éprouve un gain en matières sèches, à mesure que le verdissement se produit.

» Grâce à ce double phénomène, il arrive que, comparés à des plants cultivés entièrement à l'obscurité, les plants étiolés, puis reverdis, pèsent au total moins que les premiers, tandis qu'au contraire le poids sec est supérieur.

» *Conclusions.* — Ces faits doivent attirer l'attention sur l'importance des réserves, comme moyen de conservation des végétaux. Comme on sait, les matériaux mis en réserve dans la graine ou ailleurs peuvent, au moins dans une large mesure, permettre à la plante de se développer sans l'action chlorophyllienne.

» On comprend qu'une plante pourvue de réserves abondantes supporte mieux et plus longtemps la privation de lumière, qu'une autre moins riche

en matières nutritives. Mais elle peut même, si l'étiolement initial n'a pas été de trop longue durée, paraître, quelque temps après la mise à la lumière, *plus vigoureuse qu'une plante normale*, avec sa tige plus haute et ses premières feuilles plus grandes.

» La transpiration joue aussi un rôle dans le phénomène. Elle s'exagère beaucoup lors du passage de la plante étiolée à l'alternance du jour et de la nuit, comme je l'ai constaté par la grande perte d'eau, qui fait *diminuer* le poids total de la plante, alors même que, grâce à l'assimilation chlorophyllienne, le poids sec *augmente*. C'est sans doute à ce facteur qu'il faut attribuer le grand accroissement en surface des feuilles déjà existantes lors de la mise à la lumière et restées petites à l'obscurité, alors que les parties hautes de la plante, développées plus tard, reprennent le facies normal. Ces différences peuvent être expliquées par le rapport entre la transpiration de la tige et celle de la feuille, suivant le mécanisme exposé par M. Palladine (¹) à la suite de ses expériences sur des plantes ayant poussé totalement à l'obscurité. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Effets de la décortication annulaire chez quelques plantes herbacées*. Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La décortication annulaire, improprement appelée *incision annulaire*, est une opération connue depuis les temps les plus reculés. On l'a appliquée exclusivement aux végétaux ligneux (arbres fruitiers et vigne), dans le but d'amener une fructification plus sûre et d'obtenir des fruits plus volumineux. Comme on ne l'a point encore essayée jusqu'ici sur les végétaux herbacés, je me suis proposé d'en rechercher les effets chez diverses plantes cultivées appartenant aux familles des Crucifères et des Solanées. Voici les principaux résultats de ces expériences.

» 1. *Crucifères*. — J'ai opéré sur différentes variétés de Choux (Choux cabus, Choux de Bruxelles, Choux-raves, Choux-navets, etc.). Dans tous ces Choux, la décortication annulaire, d'une hauteur de 6^{mm}, a été faite à 5^{cm} du sol, au-dessous des premières feuilles et sur de jeunes plantes repiquées à demeure depuis quinze jours. Quelques heures après l'opération, on constate que les feuilles se fanent. Après plusieurs jours, les feuilles inférieures, les plus âgées, rougissent, jaunissent et finissent

[1] *Berichte d. deutschen bot. Gesellschaft*, t. VIII, 1890.

par tomber. Si le milieu extérieur est humide, la pourriture des parties jeunes arrive et la plante meurt par réplétion aqueuse. Au contraire, si le milieu est suffisamment sec, la plante ne pourrit pas, et, après un état de souffrance plus ou moins marqué, elle cicatrise ses plaies et les lèvres de la blessure se rejoignent en partie ou en totalité.

» Mais, dans presque tous les exemplaires, la taille des individus décortiqués reste inférieure à celle des témoins.

» Des changements dans la forme extérieure se manifestent à la longue, mais ils diffèrent suivant les variétés. Ainsi, dans les Choux cabus et les Choux de Bruxelles, la pomme est plus ouverte, moins serrée, et plus petite. Dans les Choux-raves, le tubercule se forme bien au-dessus de l'incision, mais il prend la forme d'une gourde au lieu de rester sphérique. Dans les Choux-navets, opérés au-dessous de la rosette, les feuilles s'allongent et le tubercule s'étire pendant que les radicelles forment un abondant chevelu. Enfin, la saveur des Choux décortiqués a été modifiée; elle est devenue moins agréable, et, dans les Choux cabus, les feuilles et la tige sont devenues cassantes.

» Ces modifications dans la taille, la forme extérieure, la saveur et la résistance des tissus rappellent parfaitement certains changements que j'ai notés, sans en préciser suffisamment l'origine, dans la greffe des diverses variétés de Choux. Elles ont évidemment la même cause, c'est-à-dire qu'elles sont dues à l'interruption momentanée et à la gêne des fonctions libériennes, puisque dans les deux cas le liber a été sectionné, lorsque le bois, sectionné dans la greffe, est respecté dans la décortication annulaire.

» 2. *Solanées.* — Dans cette famille, j'ai expérimenté sur l'Aubergine monstrueuse de New-York et sur les Tomates, dans le but d'obtenir un grossissement du fruit. L'Aubergine témoin donne des fruits pesant environ 500^{gr}; sur l'Aubergine décortiquée j'ai obtenu un fruit pesant près de 1^{kg}. Les Tomates opérées ont donné des fruits en quantité beaucoup plus considérable que les témoins, mais comme j'avais négligé de tailler les sommités pour faciliter le développement des premiers fruits formés, j'ai obtenu un plus faible grossissement que dans l'Aubergine, quoique ce grossissement fût assez sensible sur bon nombre d'exemplaires.

» Les fruits obtenus par ce mode de traitement ont subi une légère modification dans leur goût. Ils sont devenus plus fades et moins savoureux.

» De ces expériences, on peut tirer deux conclusions principales :

» 1° La décortication annulaire des plantes herbacées intéresse la pratique. On pourra, en l'employant à propos, amener un grossissement marqué du fruit dans les Solanées alimentaires et très probablement dans les autres familles qui fournissent des fruits comestibles.

» 2° La décortication annulaire peut être utilisée en Physiologie, car, en l'employant comparativement avec la greffe, à la même époque et sur les mêmes catégories de plantes, on précisera ainsi l'origine de certaines variations de nutrition générale amenées par le greffage (diminution de

taille, modifications de forme, changements de saveur, fragilité des tissus, grossissement des fruits, etc.). »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des massifs granitiques de Cauterets et du Néouvielle (Hautes-Pyrénées) et d'une partie des formations anciennes qui les bordent* ([1]). Note de M. **A. Bresson**, présentée par M. Michel Lévy.

« L'étude des granites pyrénéens et des phénomènes de contact ([2]) que présentent les couches voisines et les enclaves, a depuis longtemps sollicité l'attention et excité vivement l'intérêt des géologues.

» On connaît, plus particulièrement, dans les Hautes-Pyrénées, depuis les travaux de Palassou, Ramond, de Charpentier, Dufrenoy, Durocher et Zirkel, les massifs granitiques de Cauterets et du Néouvielle dont les hautes cimes impriment au relief de la contrée un si grand caractère de majesté. Plus récemment, les études de MM. Jacquot, Magnan, Lartet, Lacroix, Frossard, Seunes, Stuart Mentheath, de Margerie, OElhert, Beaugey, Caralp et Roussel ont enrichi encore la Géologie de connaissances aussi nombreuses que variées sur l'étendue et la composition de ces massifs, leurs phénomènes de contact, ainsi que sur l'âge des terrains qu'ils ont traversés.

» Les minéraux du Péguère ([3]), près Cauterets, les schistes à mâcles de Praguères, entre Luz et Gèdre, sont demeurés célèbres aussi bien que les contacts du pic d'Ereslids et de la vallée de Campana ([4]) aux environs de Barèges.

» Le massif granitique du Néouvielle affecte grossièrement en plan la forme d'un carré, dont les bords ouest et nord courent à peu près parallèlement aux vallées du gave de Pau, entre Gèdre et Luz, et du Bostan, entre Luz et le col du Tourmalet. Sa superficie moyenne peut être évaluée à 8000 hectares. Le granite est ordinairement à grains moyens et appartient surtout à la variété dite *amphibolique*, ce qui permet de penser, à la suite

---

([1]) Pour la bibliographie jusqu'à 1887, voir J. Caralp, *Études géologiques sur les hauts massifs des Pyrénées centrales;* Toulouse, 1888.

([2]) A. Lacroix, *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact* (*B. C. G. F.*, t. X, n° 64; 1898-1899). — Lacroix, *Minéralogie de la France*, t. I et II.

([3]) Frossard, *Le pic Péguère de Cauterets* (*Bull. Soc. Raymond*, 3e année, 1868, p. 129-136, Coupe).

([4]) Lacroix, *Minéralogie de la France*, t. I et II.

de MM. Michel Lévy et Lacroix, qu'il a digéré des formations riches en couches calcaires.

» Le massif granitique de Cauterets, à l'ouest du précédent et formant pendant de l'autre côté du gave de Pau, d'étendue encore plus considérable, empiète sur les Basses-Pyrénées, aux environs du lac d'Artouste et sur le territoire espagnol jusqu'aux bains de Penticosa. Sa superficie est de 20000 hectares environ. Ce granit est *amphibolique* (1) comme le précédent, à grains moyens ou fins, rarement porphyroïdes (hautes vallées des gaves d'Arrens et du Liantran) et lardé de filons de roches éruptives diverses.

» Les travaux de M. Frossard (2), aux environs de Cauterets, ceux de MM. Beaugey (3) et Seunes (4) ont permis de rapporter au *Dévonien* les couches schisteuses et calcaires qui suivent à distance la bordure nord du dernier de ces massifs, et nous-même avons signalé le *Coblenzien* fossilifère à Luz (5), dans le prolongement oriental des mêmes bandes.

» En résumant les travaux des auteurs déjà mentionnés nous avons pu relever, pour le service de la Carte, les contours de ces formations et fixer *dans le nord de la feuille de Luz* la succession suivante :

» 1. Schistes gris, subsatinés en grandes dalles, et quartzites du *Silurien moyen* (Pierrefitte, Pic de Viscos).

» 2. Schistes et grès avec grauwackes à *Orthis Actoniæ* Sow. du *niveau de Caradoc* (Arrens).

» 3. Schistes carburés et calcaires noirs du *Gothlandien* à *Monograptus*, Orthocères, etc. (Chèze, Saligos, Pen-Nère, col de Contente, Arrens).

» 4. *Schistes coblenziens* et grauwackes avec calcaires, à *Pleurodictyum problematicum*, *Spirifer Pellicoi*, *Fenestella aff. plebeia*, *Phacops*, de Grust, Esquièze, Luz, Catarrabe, etc.).

» 5. Schistes gris ou verdâtres; calcaires gris ou noirs spathiques, ou blancs et dalleux, de la Chapelle, de Solférino, de l'Iscy, du Soum de Monné, de l'Orcimio et du Limaçon. Calcaires blancs des environs de Barèges (pars) avec lentilles de calcaires amygdalins à Goniatites (*Dévonien supérieur*).

» 6. Lydiennes à nodules phosphatés *de la base du carbonifère* (6), entre la cha-

---

(1) Beaugey, *Annales des Mines*, 1892.

(2) *Loc. cit.*

(3) *Loc. cit.*

(4) *B. C. G. F.*, n° 63, t. X, p. 108.

(5) *Ibid.*, p. 99.

(6) Bergeron, *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVII, p. 36-43; 1889, et Levat, *Ann. des Mines*, 9e série, t. XV; 1889.

pelle de Solférino et le pont Napoléon, pic de Bergons, Maucassera, Sazos, Barèges, montagne verte près les Eaux-Bonnes.

» 7. Calcaires gris ou blancs dalleux, schistes ardoisiers de Saint-Sauveur et de Cambosque, près Cauterets.

» 8. Schistes gris foncé ou noirs, grès micacés et quartzites, donnant sous le marteau un son clair et léger, alternant avec des masses puissantes de barrégiennes, de calcaires blancs ou gris et de calcaires amygdalins (Vert-Campan).

» Cette dernière série s'étend sur près de quatre kilomètres entre Luz et Praguères jusqu'au delà du Pont de Sia, où elle s'appuie sur le Dévonien fossilifère (¹).

» La direction des affleurements étant comprise entre N. 120° et N. 130° et le pendage vers le nord, il s'ensuit que *tous les termes de la coupe, à l'exception des trois premiers, rencontrent le massif de Néouvielle, tandis que les éléments des nos* 6, 7 *et* 8 *arrivent seuls au contact direct du granite de Cauterets,* comme nous l'avons vérifié en relevant les contours de ces affleurements et des granites.

» Or, en parcourant plus spécialement ces couches métamorphisées par le granite, *nous avons trouvé au Bergons, au pont Napoléon, près Saint-Sauveur, et au Soum de Liar, près Cauterets, à quelques pas du granite, des couches gréseuses et schisteuses particulièrement riches en végétaux parmi lesquels dominent les Calamites, si communes dans le Culm des Pyrénées.* Sur les schistes noirs du Soum de Liar abondent aussi les *pistes* offrant quelque analogie avec celles du Bourgdoueil (environs de Luchon).

» Nous nous sommes assuré, par des courses nombreuses à l'ouest de Cauterets, que la série carbonifère de Luz et Cauterets suit fidèlement le granite jusqu'à la crête de Lurien et *qu'elle se raccorde au delà avec celle de la feuille d'Urdos où M. Seunes a trouvé, principalement au pic d'Anie, la faune si remarquable des goniatites dinantiennes* (²). Entre Praguères et le Vignemale, aux cascades de Bué, nous avons fait la même constatation, ainsi qu'au Carbonouse, où les Lydiennes touchent le granite, au pic d'Ereslids et à Campana, dans la vallée d'Aure, à Gonaux, Ancizan et Aulon.

» Si l'on tient compte maintenant que *la succession indiquée plus haut a été relevée du nord au sud, à partir d'un large pli anticlinal silurien, alors que le Dévonien inférieur forme à Gèdre une nouvelle voûte au delà de ces affleurements,* on doit conclure nécessairement qu'*il existe dans l'intervalle un*

(¹) De Pinteville, *B. S. G. F.*, 2e série, t. I; 1844.

(²) I.-M. Seunes, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 360; t. CXV, p. 680, et *B. C. G. F.*, t. IV, n° 34; 1892-1893.

grand pli synclinal (¹) *rempli par le Carbonifère, que les deux massifs granitiques en question ont traversé.* »

GÉOLOGIE. — *Sur le Crétacique supérieur, à Moçambique.* Note de M. **Paul Choffat**, présentée par M. Albert Gaudry.

« En 1843, l'explorateur allemand Peters recueillit une Ammonite au sud du fleuve Conducia, à peu de distance de son embouchure. Cet échantillon, qui appartient au Musée de Berlin, a été décrit et figuré par Neumayr en 1835 (²).

» Depuis cette époque, j'ai fait, ainsi que mon collègue M. Berkely-Cotter, plusieurs démarches pour obtenir de nouvelles récoltes de ce gisement, qui n'est pas loin de Moçambique, mais ce n'est qu'en 1900 qu'elles ont eu un résultat, grâce à l'obligeance de M. J.-J. Marques da Costa, gouverneur de la province.

» Son envoi à la Direction des services géologiques du Portugal contenait deux énormes Ammonites, sept de plus petite taille, un Nautile et quelques échantillons de calcédoine, avec ou sans cristaux de quartz.

» La gangue des Ammonites est un calcaire avec grains de quartz et paillettes de mica, gris verdâtre foncé, quelquefois brun. Le test des fossiles est formé par un calcaire spathique, brun clair, ayant par places des reflets nacrés. Ces caractères correspondent parfaitement à ceux qu'indique Neumayr pour le fossile trouvé par Peters; il n'y a donc aucun doute qu'il provient du même gisement (³).

» J'ajouterai que ce grès calcarifère contient des fragments d'os et de bois, et de petits fossiles qui furent découverts en dégageant les grandes Ammonites. Par places, la roche était plus ou moins incohérente, se présentant sous forme d'un sable formé de quartz anguleux, gris verdâtre, d'autant plus foncé qu'il contient plus d'argile. Sur quelques points, la

---

(¹) I.-M. Roussel, *B. C. G. F.*, t. V, nº 35, pl. II, profil 279; 1893-1894.

(²) *Die geographische Verbreitung der Juraformation* (*Mém. Académie des Sciences de Vienne*, t. L, p. 139, fig. 2 de la planche).

(³) D'après une lettre de M. Marques da Costa, le gisement est situé sur la rive méridionale de l'estuaire du fleuve Conducia, à 4 milles à l'est du goulet, et 400ᵐ à l'ouest des salines de Conducia. C'est un terrain plat, envahi par les marées; les fossiles sont recouverts de limon, mais on les reconnaît à la saillie qu'ils forment à la surface du sol.

roche est au contraire très dure, et dans ce cas on distingue nettement les grains de quartz hyalins et les grains de glauconie, tous deux noyés dans du spath calcaire.

» Neumayr rapporta le fossile de Peters à *Phylloceras semistriatum* d'Orb., du Néocomien, tout en faisant observer que les lobes ne correspondent pas avec le dessin donné par d'Orbigny pour l'exemplaire qu'il figure sous le nom de *Phylloceras Thetis*, et qui serait à rapporter à la même espèce; néanmoins cette détermination et l'âge qui en découle furent acceptés sans réserve, et nous les voyons encore paraître en 1900 (¹).

» L'étude des fossiles envoyés par M. Marques da Costa montre que ce gisement est beaucoup plus récent, et prouve une fois de plus que l'on ne doit pas tirer de conclusions stratigraphiques en se basant sur des formes aussi peu caractéristiques que celles du groupe de *Phylloceras semistriatum*, même lorsque l'on a affaire à un échantillon bien conservé.

» Les fossiles observés en plus des Ammonites sont les suivants : plusieurs dents de *Lamindae*, *Belemnites* ind., *Baculites* (fragment), *Nautilus sp. nov. cfr. N. Huxleyanus* Stall., Gastropodes et Lamellibranches de très petite taille, parmi lesquels un *Nerinella?* et un *Nucula*.

» Le diamètre des petits échantillons d'Ammonites varie entre $0^m,07$ et $0^m,10$. Ils appartiennent tous à une même espèce, mais les uns ont conservé le test, tandis que les autres laissent voir la ligne suturale. Lisse jusqu'au diamètre de $0^m,07$, la région siphonale se charge ensuite de gros bourrelets espacés. Ils appartiennent au genre *Desmoceras*, et se rapprochent de plusieurs espèces décrites; mais ici, comme pour *Phylloceras semistriatum*, il serait imprudent de tirer des conclusions stratigraphiques de détail.

» Les deux grands échantillons ont un diamètre de $0^m,40$ et $0^m,50$. Le test étant conservé, ils ne laissent pas voir le dessin des sutures, et il n'a pas été possible de découvrir les tours intérieurs. L'ornementation du test est celle des *Angulo-costati* de Stoliczka; ils sont très analogues à *Ammonites Tweenianus*, et un peu moins aux *Ammonites Denisoni* et *Ootacodensis*, du même auteur. Ces caractères suffisent pour montrer que les couches appartiennent au Crétacique supérieur, Turonien ou Sénonien, à facies indien, mais nous espérons être bientôt à même d'en faire des déterminations plus

---

(¹) G. Muller, in Bornhardt, *Zur Oberflächengestaltung und Geologie Deutsch-Ostafrikas*, p. 568.

exactes, car M. Marques da Costa, en retournant en Afrique, a bien voulu exprimer son intention de faire faire de nouvelles récoltes.

» Telles qu'elles sont, ces récoltes apportent un subside important à la géologie de l'Afrique orientale, car on n'y connaissait de Céphalopodes du Crétacique supérieur que de la colonie de Natal et les preuves de la présence du Crétacique supérieur au nord de cette colonie ne consistaient qu'en un échantillon de *Ostrea ungulata* à Sofala ([1]) et en quatre espèces de Lamellibranches trouvées sur le territoire allemand, au nord du 9e degré de latitude sud (*Exogyra columba* Lam., *Vola cfr. striato-costata* Gdf., *Vola quinque-costata* Sow., *Radiolites cfr. angeoides* Lam.) ([2]).

« Les fossiles de Moçambique montrent comme ceux de Natal une analogie frappante avec ceux de l'Inde; ils viennent donc confirmer l'hypothèse d'une mer contournant le sud du continent africain, ce qui du reste est aussi le cas pour les récoltes faites à Madagascar. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Les calottes glaciaires des régions antarctiques.* Note de M. **Henryk Arctowski**, présentée par M. de Lapparent.

« Nulle part, dans les régions arctiques, on ne connaît une terre sur laquelle le niveau des neiges perpétuelles s'étendrait jusqu'au niveau de la mer. C'est ce qui a fait supposer à Alfred Russel Wallace ([3]) que les neiges éternelles ne peuvent subsister sur le terrain plat, et que les îles des régions antarctiques, pour lesquelles on admettait un recouvrement complet de neiges perpétuelles, sont toutes montagneuses et offrent, par conséquent, des conditions avantageuses pour la formation de glaciers qui s'étendent jusqu'à la mer.

» Dans un travail d'ensemble sur la Géographie physique de la région visitée par l'Expédition antarctique belge ([4]), j'ai déjà insisté sur le fait

---

([1]) Bullen Newton, *Journal of Conchology*, 1895. — Un ingénieur portugais, M. G. d'Albuquerque d'Orcy, m'a dit avoir fait une abondante récolte de fossiles au nord-est de Sofala, il y a une dizaine d'années. Ces fossiles ont été perdus en Afrique, mais, si ses souvenirs ne le trompent pas, cette récolte contenait plusieurs Ammonites.

([2]) Muller, *loc. cit.*

([3]) *Island Life*, 2e éd. Londres, 1895, p. 136.

([4]) *Bull. Soc. r. belge de Géogr.*, t. XXIV, p. 93.

que, dans les terres du pôle sud, le niveau des neiges perpétuelles peut déjà se trouver au niveau même de la mer par 65° de latitude et, l'une des preuves indiquées étant absolument convaincante, je crois utile de m'étendre davantage sur la nature des glaciers antarctiques.

» L'étude des glaciers alpestres a conduit les géologues à ne distinguer que des glaciers encaissés, des glaciers suspendus généralement situés sur des flancs de vallées, et enfin des glaciers de moindre importance dits *régénérés*. L'idée que l'on se fait généralement d'un glacier comporte donc la présence d'une vallée. Pourtant, cette idée est fausse, car très souvent les fleuves de glace peuvent manquer. C'est le cas, dans les régions équatoriales, pour les glaciers des montagnes les plus hautes, dont le sommet seul s'élève au-dessus du niveau des neiges perpétuelles. Dans les régions antarctiques, les fleuves de glace font également défaut toutes les fois que le bassin de réception est suffisamment rapproché de la côte pour que le glacier vienne se terminer, dans toute sa largeur, par une muraille de glace. Mais, dans ce cas encore, le glacier commence sur les flancs des montagnes, tandis que, dans d'autres cas (et ceci contrairement à ce que supposait Wallace), les montagnes ne sont pas nécessaires pour la formation des glaciers.

» Le fait est que, dans les régions antarctiques, on rencontre des glaciers d'un type très différent des glaciers alpestres.

» Ainsi, par 65°5′ S. et 63°7′ de longitude ouest, quelques îlots, dénommés îles Moureaux (1), sont bas et entièrement recouverts de neige, transformée en glace en dessous et descendant en pente douce vers la périphérie de l'île.

» Nous avons donc, dans ce cas, un exemple de glaciers plats démontrant d'autant mieux l'inexactitude des idées de Wallace que la neige (névé) perpétuelle y descend, à peu de chose près, au niveau de la mer.

» Ailleurs, sur des îlots plus étendus, nous avons pu voir une accumulation de glace plus considérable, recouvrant parfaitement toutes les inégalités de terrain et formant des glaciers bombés. Ces calottes se terminaient à la mer par des murailles de glace à pic, tandis qu'à la surface elles avaient la forme de grands dos de moutons parfaitement unis.

» Il est évident que ce type de glacier se retrouvera également sur des îles plus étendues toutes les fois que le relief sera suffisamment uni pour

(1) Voir la carte du Détroit de la Belgica dressée par M. Lecointe.

qu'un monticule ne puisse percer la calotte glaciaire. Quant à l'épaisseur de ces calottes, elle est évidemment fonction de la plasticité de la glace et de l'étendue du terrain sur lequel elle repose.

» Il me semble qu'il n'y a de différence, entre ces glaciers bombés des petites îles antarctiques et l'inlandsis du Groenland, que dans l'étendue incomparablement plus grande de l'inlandsis et le fait que celui-ci n'atteint pas la côte, mais se résout en ruisseaux et s'écoule sous forme de fleuves de glace séparés vers la mer. Mais il peut y avoir un inlandsis plus étendu que ne l'est celui du Groenland.

» Nous pouvons dire que la grande calotte glaciaire que Croll a imaginée, dans le temps (1), peut fort bien recouvrir l'Antarctide, puisque même des îlots peuvent avoir ce recouvrement de glace parfaitement uniforme et bombé que Croll admettait pour toute l'étendue du continent austral. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations des cotes barométriques simultanées au cours de la révolution synodique.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Je ne puis ici, ni reproduire les instantanés midis Greenwich aux différents jours de la révolution synodique (2), ni même en tenter une description suffisante pour faire apprécier leurs caractères logiques et curieux : excavation côté Lune et surcharge à l'opposé, progressivement effacées par l'effet synodique, traction sur le pôle, oscillations des écarts entre les latitudes inférieures et supérieures et entre les méridiennes et les orthogonaux, etc.

» Je tiens à insister, tout au moins, sur les variations des écarts à une latitude moyenne et au pôle.

» Il ne faut pas, dans les indications qui vont suivre, prêter un sens absolu à la désignation des méridiens ou des heures. Dans la réalité, la symétrie en rotation n'est parfaite qu'aux abords de la conjonction et par

---

(1) James Croll, *Climate and Time*, 4e éd. Londres, 1897, p. 374.

(2) Voir *Comptes rendus*, 19 décembre 1900 : *Emploi de transparents pour combiner les effets de la révolution synodique avec ceux de la rotation terrestre*, spécialement page 854.

rapport à son méridien même (¹). Ne pas oublier non plus que nos midis Greenwich sont à des distances variables des passages vrais et de la conjonction, et notamment à un intervalle moyen de douze heures de l'opposition.

» Cela bien entendu, voici exactement, en addition à ceux déjà donnés dans la Note précédente, quelques-uns des chiffres trouvés :

Parallèle 40°.

» Nombre de secteurs de 12°,4, ou 49',7, à écarts négatifs, et plus forts écarts symétriques, avec indication de leur longitude E, ou W.

Jour synodique.	Secteurs à négatifs.	Extrêmes égaux sur méridiens symétriques.	
		mm	mm
1	25	—4,00 à 0°	+1,50 aux 118ᵉ
5	25	—2,90 aux 118ᵉ	+1,12 » 155ᵉ
8	25	—1,50 » 145ᵉ	+0,75 » 120ᵉ
12	11	—2,40 » 155ᵉ	+2,00 » 105ᵉ
16	3	—0,87 » 105ᵉ	+2,00 » 75ᵉ et 130ᵉ
20	4	—1,00 » 105ᵉ	+2,90 » 62ᵉ
23	7	—0,68 » 90ᵉ	+1,75 des 6ᵉ aux 30ᵉ
26	19	—0,80 » 145ᵉ	+1,00 aux 15ᵉ

» Les conditions sont, pour la zone tempérée, relativement mauvaises du jour 27 au jour 8, relativement bonnes du 12 au 23. Amélioration rapide au 8. Détérioration rapide vers le 26, où il y a brusque extension des —, accompagnée du rapprochement temporaire des extrêmes. L'écart dépasse — 4^{mm} à la conjonction et, très probablement, + 4^{mm} à l'opposition. La différence entre les extrêmes atteint un minimum avant le premier quartier et après le deuxième, etc.

» Ces résultats me semblent en accord frappant avec les vieilles croyances populaires et avec telle et telle déductions, de caractère scientifique, antérieures.

(¹) L'action du Soleil est ici éliminée. Il ne figure que comme régulateur de l'heure, comme témoin de la révolution lunaire et de la rotation terrestre.

Pour avoir l'effet complet des phases, il faut combiner avec ces cotes celles de la variation diurne due au Soleil.

Le retour à la symétrie complète admis à chaque midi Greenwich répond à l'approximation donnée par l'application des simplifications énoncées.

Pôle.

» Nombre d'heures de 49′,7 à écarts négatifs et plus grands écarts avec indication des heures de 60′, de part et d'autre du midi Greenwich (m. et s.).

Jour.	Heure.		
		mm	mm
1	1	+4,25 à midi et minuit	−0,90 aux 6^h
5	9	+2,20 aux $3^h\frac{1}{2}$ et $8^h\frac{1}{2}$	−0,92 aux 1^h et 11^h
8	$14\frac{1}{2}$	+2,00 aux 6^h	−1,60 à midi et minuit
12	25	+0,18 aux $1^h40'$ et $10^h20'$	−2,5 aux 5^h et 7^h
16	29	»	−1,55 des 3^h aux $4^h\frac{1}{2}$ et des $7^h\frac{1}{2}$ aux 9^h
20	18	+2,05 aux 6^h	−2,62 à midi et minuit
23	$14\frac{1}{2}$	+1,62 aux 6^h	−0,30 aux $3^h\frac{1}{2}$ et $8^h\frac{1}{2}$ (1)
26	8	+2,30 des $0^h\frac{1}{2}$ aux $2\frac{1}{2}$ et des $9^h\frac{1}{2}$ aux $11^h\frac{1}{2}$	−1,80 aux 6^h

» Les effets sur la région polaire sont inverses de ceux produits sur la zone tempérée.

» Les différents chiffres qui précèdent n'atteignent pas les 0,40 des écarts dus à la révolution tropique de la Lune, dont, je le rappelle, les extrêmes sont égaux à ceux dus à la révolution tropique du Soleil et se présentent une demi-saison plus tôt. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'électricité atmosphérique d'après les observations à la Tour Eiffel et au Bureau Central météorologique.* Note de M. **A.-B. Chauveau**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie un résumé de l'ensemble des observations sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique dont les premiers résultats lui ont été communiqués à la fin de l'année 1893 (2) et qui ont été poursuivies depuis, sans interruption, jusqu'en 1899.

» Les dépouillements des courbes d'enregistreurs, effectués de demi-heure en demi-heure, fournissent quarante-huit observations quotidiennes. Les moyennes en ont été calculées pour les trois périodes d'été (mai à août), d'automne (septembre et octobre) et d'hiver (décembre et janvier),

(1) Le 23, tous les — oscillent entre $-0^{mm},25$ et $-0^{mm},30$.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1069; 26 décembre 1893.

les observations de la Tour Eiffel se rapportant seulement aux deux premières.

» Nous avons pu caractériser ainsi les deux régimes d'hiver et d'été dont nous avons signalé la dissemblance, au voisinage du sol, dans une Note précédente ([1]), et ce résultat est confirmé par la transition qu'établit, entre ces types extrêmes, l'étude des mois d'automne. Nous avons voulu, en outre, établir si la variation saisonnière de l'intensité moyenne du champ, croissant de l'été à l'hiver près de la surface du sol, se retrouve ou non à une certaine distance de cette surface.

» Le Tableau suivant donne, de deux heures en deux heures, les valeurs positives ou négatives des excès sur le potentiel diurne moyen.

	Bureau Central météorologique.			Tour Eiffel.	
	Été (242 jours).	Automne (248 jours).	Hiver (139 jours).	Été (131 jours).	Automne (120 jours).
	volts	volts	volts	volts	volts
Minuit.........	+ 10	− 22	− 34	− 120	− 200
2	− 9	− 38	− 56	− 360	− 360
4	− 22	− 47	− 63	− 510	− 430
6	+ 8	− 16	− 34	− 290	− 260
8	+ 26	+ 25	+ 24	+ 100	− 40
10	− 9	+ 5	+ 21	+ 220	+ 70
Midi	− 32	− 23	+ 13	+ 90	+ 130
2	− 26	− 24	+ 24	+ 210	+ 300
4	− 28	− 6	+ 28	+ 110	+ 240
6	− 4	+ 69	+ 50	+ 200	+ 300
8	+ 45	+ 56	+ 33	+ 260	+ 220
10	+ 30	+ 10	− 6	+ 100	+ 40
Moy. diurnes...	134	177	205	2140	2130

» La simplification de l'oscillation diurne au voisinage du sol pendant la saison froide, la remarquable analogie de cette variation d'hiver avec celle qui s'observe pendant l'été au sommet de la Tour Eiffel sont des résultats que nous avons déjà indiqués.

» Pour les interpréter exactement, il ne faut pas oublier que, dans nos deux stations, les appareils collecteurs, situés le long de parois verticales, donnent respectivement les différences de potentiel entre le sol et les deux surfaces de niveau, horizontales au-dessus d'un sol plan et d'altitudes h

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 500; 25 septembre 1899.

et H, qui, en se relevant le long des parois, passent par les points explorés. La hauteur h ne peut être déterminée exactement à l'intérieur de Paris, mais, d'après l'ensemble des mesures directes connues, elle est certainement voisine de 2^{m}. D'autre part, si l'on suppose le champ constant jusqu'à l'altitude H (hypothèse que nous dirons tout à l'heure inexacte et que nous n'employons que pour fixer les idées), $\frac{H}{h}$ sera donné par le rapport des potentiels moyens, soit 16 pendant les mois d'été, et cette valeur est un maximum. On observe donc au Bureau central comme à 2^{m} au-dessus d'un sol plan, au sommet de la Tour comme à 30^{m} environ, et c'est entre deux surfaces de niveau moyen aussi voisines que se produisent les différences remarquables constatées dans la variation diurne.

» L'examen des observations d'automne fournit un résultat nouveau.

» Le potentiel diurne moyen pendant cette saison, au Bureau central, est notablement plus élevé que pendant l'été; il passe de 134 à 177 volts. A la Tour Eiffel, il reste à peu près constant. Ainsi, de l'été à l'automne, les surfaces de niveau se serrent auprès du sol et ne changent pas sensiblement à une hauteur relativement faible au-dessus de sa surface. *La variation du champ avec l'altitude* (dont nous ne connaissons sûrement, pour les couches basses, ni la loi, ni même le sens) *est modifiée par les saisons; cette influence, considérable au voisinage du sol, cesse de se faire sentir à une trentaine de mètres au-dessus.*

» Il suit de là que le champ n'est pas constant quand on s'élève, car, si on le suppose tel en été, il ne l'est certainement plus en automne et aucune raison n'existe pour que cette constance se manifeste dans une saison plutôt que dans une autre. Il est du moins beaucoup plus probable que la variation inconnue conserve le même sens toute l'année, la loi seule changeant avec les saisons.

» Cette conséquence de nos observations offre l'intérêt delocaliser dans une région de très faible épaisseur les effets perturbateurs dus à la dissémination dans l'atmosphère de l'électricité négative du sol; elle concorde d'ailleurs entièrement, dans cette hypothèse, avec le sens des modifications éprouvées par la variation diurne.

» Pour compléter l'étude de ce dernier élément, nous indiquerons dans une prochaine Communication les résultats de l'application de la formule de Fourier à chacune de nos séries de moyennes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la détermination de la densité de l'eau de mer.* Note de M. J. THOULET. (Extrait.)

« Un échantillon d'eau de mer, récolté dans l'Océan, est caractérisé par sa température, son poids spécifique et sa chloruration ou sa salure.

» Les océanographes ne sont pas d'accord sur le choix de ces variables. En général, on prend le poids spécifique représenté par le symbole $S_{t'}^{t}$, rapport entre le poids de 1^{lit} de l'eau de mer, considérée à la température t, et le poids de 1^{lit} d'eau distillée à la température t'. On a adopté pour t et t' diverses valeurs, 0°, 4°, 15°, 17°,5, 20°, etc., ayant toutes ce point commun d'être considérées comme normales, de sorte que, quelle que soit la température de l'échantillon au moment où il a été recueilli dans l'Océan, son poids spécifique est ramené à ces températures normales. D'autres océanographes préfèrent le poids de chlore dosé chimiquement, ou le poids de sel dissous, valeurs ramenées elles aussi à une température normale. On mesure le poids spécifique au moyen d'aéromètres, tantôt à immersion totale, tantôt à immersion partielle; dans ce cas, ces instruments sont à volume variable et à poids constant, et par conséquent, exigent de constituer une série, ou bien à volume variable et à poids variable.

» Une étude critique des procédés de mesure par les divers instruments, dont chacun a ses inconvénients et ses avantages, m'a conduit à adopter l'aéromètre à volume et à poids variables du type dont s'est servi M. J.-Y. Buchanan à bord du *Challenger*.

» J'ai, de même, été conduit à prendre, pour caractériser une eau de mer, sa densité représentée par le symbole S_4^θ, c'est-à-dire le poids en grammes de 1^{lit} de l'échantillon à la température θ qu'il possédait *in situ*, comparé au poids de 1^{lit} d'eau distillée à la température 4° du maximum de densité.

» En effet le but de la mesure des poids spécifiques ou des densités étant de découvrir les lois de la circulation océanique superficielle et profonde, il semble irrationnel, en ramenant tous les divers échantillons à une température normale quelconque, de détruire ou de transformer, par une uniformisation artificielle, les différences mêmes qu'il importe de mettre en lumière.

» La seule correction à effectuer, dans le cas d'eaux profondes, est la correction de compressibilité, car un litre d'eau à la surface n'occupe pas

le volume de un litre à la profondeur de plusieurs centaines ou milliers de mètres, où on l'a récolté et où il jouait un rôle dans l'équilibre océanique. Si l'on trace la coupe verticale d'un océan où les mesures ont été prises directement, on obtient, quand les poids spécifiques ont été ramenés à une température normale et n'ont pas été corrigés de la compressibilité, des courbes telles que des eaux lourdes, en strates ou lentilles irrégulières, surnagent fréquemment des eaux plus légères. Ce résultat serait à lui seul la condamnation du système de mesures dont il provient.

» Mais, le plus souvent, comme par exemple dans les mers polaires, l'opération de la mesure expérimentale de la densité se faisant dans une cabine chauffée, l'échantillon étudié est à une température différente de celle qu'il avait *in situ*. Il faut alors le ramener par le calcul à celle-ci. Ce calcul implique la connaissance préalable du coefficient de dilatation de l'échantillon, lequel est fonction de sa salure plus ou moins grande, c'est-à-dire de sa densité qui est inconnue, puisque l'on cherche précisément à l'évaluer.

» Le problème est susceptible d'être résolu graphiquement.

» Avec un aréomètre système Buchanan bien étalonné, j'ai déterminé directement, et avec de grandes précautions, à des températures variant entre — 5° et 30°, la densité de diverses eaux de mer naturelles, étendues d'eau distillée ou concentrées par évaporation. Les expériences directes ont été faites au nombre de 257. Les valeurs obtenues ont été portées sur un graphique, où les températures étaient mesurées en abscisses et les densités en ordonnées. J'ai obtenu ainsi une suite de courbes régulières, qui permettent de passer immédiatement de la densité d'un échantillon à une certaine température, à sa densité à une autre température. On pourrait encore tracer, sur le graphique, les lignes d'égale chloruration ou d'égale salure, à l'aide des résultats d'analyses faites et publiées par divers auteurs. On a donc graphiquement, à l'aide d'une simple lecture aréométrique, toutes les caractéristiques d'un échantillon d'eau de mer.

» Le graphique indique la possibilité ou l'impossibilité de l'existence d'un courant marin de densité, entre deux points A et B de l'océan dont les caractéristiques ont été marquées. Le courant ne sera possible que si le second point B se trouve dans le demi-cercle ouest-nord-est par rapport à A, et sa vitesse est fonction à la fois de l'orientation sur le graphique et de la distance séparant les deux points sur l'océan. Tout courant sera impossible si B se trouve dans le demi-cercle ouest-sud-est par rapport à A,

Les droites parallèles à l'axe des x, ou lignes de même densité, indiquent la condition d'équilibre parfait entre des eaux salées de températures différentes. »

M. E. Guarini adresse une Note sur : « La décharge continue et ses effets dans un circuit induit ».

M. J.-B. Granjon adresse une Note relative à l'emploi du carbure de calcium, au lieu du sulfure de carbone, pour le traitement des vignes.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 décembre 1900.

Notice biographique sur A. Milne-Edwards, par M. Bernard Renault. Autun, Dejussieu, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Cours élémentaire de Chimie professé à la Faculté des Sciences de Paris, pour les Candidats au certificat d'études physiques, chimiques et naturelles (*P. C. N.*), par M. A. Joannis; 2e édition, revue et corrigée. Paris, Ch. Béranger, 1901; 1 vol. in-12.

Recherches embryogéniques et anatomiques sur quelques espèces des genres Impatiens *et* Tropaeolum, par Camille Brunotte. Paris-Nancy; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine, sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les colonies pendant l'année 1898. Melun, imprimerie administrative, 1899; 1 fasc. in-8°. (Envoi de M. le Ministre de l'Intérieur.)

L'espèce et la race en Biologie générale, par ANDRÉ SANSON. Paris, Schleicher frères, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Contribution à la myologie des Rongeurs, par H. ALEZAIS; thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Paris, Félix Alcan, 1900; 1 vol. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France, 4e série, t. I, novembre 1900. Paris, 1 fasc. in-8°.

Observatorio do Rio de Janeiro. Methodo para determinar as horas das occultacoes de estrellas pela Lua, baseado sobre o conhecimento exacto do instante da conjunccao apparente dos dous astros, por L. CRULS, Director. Rio-Janeiro, 1899; 1 fasc. petit in-f°.

Essai sur l'équidistante, par THÉODORE GRIVETZ. Bucarest, 1900; 1 fasc. in-8°.

Zur Dynamik des Himmels, von HUGO GROTH. Hambourg, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Quatre opuscules sur des études sismiques, par F. DE MONTESSUS DE BALLORE. Genève et Saint-Pétersbourg, 1899-1900; 4 fasc. in-8°.

Rectificaciones y anotaciones à la Sinopsis de los Hemipteros de Chile *de Edwyn C. Reed*, por CARLOS BERG. Buenos-Ayres, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Annuario publicado pelo observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1900. Rio-Janeiro, 1900; 1 vol. in-12.

Universidad de la Habana. Oracion inaugural pronunciada en la solemne apertura del curso academico de 1900 *a* 1901. *Memoria anuario y datos estadisticos de la ensenanza correspondientes al curso de* 1898 *a* 1899. La Havane, 1900; 1 fasc. petit in-f°.

Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Instituts für 1899, herausgeg. v. Dr H. MOHN. Christiania, 1900; 1 fasc. in-4°.

Publications of the Lick Observatory of the University of California; vol. IV, 1900. Sacramento, 1900; 1 vol. in-4°.

Bericht über die Ergebnisse der Beobachtungen an den Regenstationen der kaiserlichen, livländischen gemeinnützigen und ökonomischen Sozietät, für das Jahr 1899. Dorpat, 1900; 1 fasc. in-4°.

Transactions of the American Society of mechanical Engineers; vol. XXI, 1900. New-York, 1900; 1 vol, in-8°.

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der kaiserlich-japanischen Universität zu Tokio; Bd IV, n° 7. Tokio, 1900; 1 vol. in-4°.

The Thompson Yates Laboratories Report, edited by RUBERT BOYCE and

C.-S. SHERRINGTON; vol. III, part 1, 1900. Liverpool, 1900; 1 vol. in-4°.

Öfversigt af F. V. Soc^s. förhandlingar; t. XLII, 1899-1900. Helsingfors, 1900; 1 vol. in-8°.

Bidrag till kännedom af Finlands natur och Folk; H. 59, 60. Helsingfors, 1900; 2 vol. in-8°.

Mémoires de l'Université impériale de la Nouvelle Russie; t. LXXIX. Odessa, 1900; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 décembre 1900.)

Prix Bordin (Sciences mathématiques) :

Page 1043, ligne 4, *au lieu de* Appel, *lisez* Appell.

Prix Gay (Géographie physique) :

Page 1101, ligne 23, *au lieu de* partie, *lisez* pente.

Prix Houllevigue (Prix généraux) :

Page 1118, ligne 23, *au lieu de* M. Schoenfliess, *lisez* M. Schoenflies.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 DÉCEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LEVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Revision de l'arc de méridien de Quito.* Note de M. le général **Bassot**.

« J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie que la question de la revision de l'arc de méridien de Quito, dont elle avait été saisie par une lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique, en date du 21 juin dernier, et qui a donné lieu au Rapport de M. Poincaré, approuvé dans la séance du 23 juillet suivant, vient d'entrer dans la période de réalisation.

» M. le Ministre de l'Instruction publique, adoptant les conclusions de l'Académie, a soumis au Parlement un projet de loi ayant pour objet de l'autoriser à entreprendre les opérations relatives à cette revision et lui

accordant les subsides nécessaires. La loi a été votée à l'unanimité par les deux Chambres.

» L'arc à mesurer aura un développement d'environ six degrés, s'étendant sur toute la région interandine de la République de l'Équateur et se terminant au nord en Colombie, au sud sur le territoire du Pérou.

» L'exécution des opérations est confiée au Service géographique de l'armée, qui fournira le personnel et le matériel nécessaires.

» Ces opérations seront poursuivies sous le haut patronage et sous le contrôle scientifique de l'Académie des Sciences, et en se conformant aux *desiderata* exprimés dans le Rapport de M. Poincaré.

» M. le Ministre de la Guerre s'est empressé d'accepter l'honneur fait à son département de conduire cette entreprise. Il a prescrit, après entente avec son collègue de l'Instruction publique, les mesures suivantes pour l'organisation de la mission définitive :

» Il a bien voulu m'attribuer, non seulement en raison de mes fonctions de Directeur du Service géographique, mais aussi en me considérant comme délégué de l'Académie, la direction supérieure des opérations. Le cas est prévu où j'aurais à me rendre à Quito.

» Le personnel de la mission comprend cinq officiers opérateurs et un médecin militaire; celui-ci, en outre de ses fonctions spéciales, aidera les officiers à recueillir des renseignements intéressant les sciences naturelles. Ces officiers sont : M. le Chef d'escadron d'Artillerie breveté Bourgeois, chef de la section de Géodésie, qui sera chef des opérations sur le terrain; M. le Capitaine du Génie breveté Maurain et M. le Capitaine d'Artillerie breveté Lacombe, qui ont déjà effectué tous deux la reconnaissance de l'arc à mesurer; M. le Capitaine d'Artillerie Lallemand; M. le Lieutenant d'Artillerie Perrier, et enfin M. le Médecin aide-major Rivet. Un personnel secondaire composé d'un sous-officier et quinze caporaux ou soldats est affecté à ces officiers pour les seconder.

» La mission aura, en outre, la collaboration d'un astronome français, M. Gonnessiat, déjà installé comme Directeur de l'observatoire de Quito.

» Le départ pour l'Équateur a été prévu en deux échelons.

» Le premier échelon est une mission d'avant-garde chargée de compléter la reconnaissance, de commencer l'installation des signaux sur les emplacements déjà arrêtés, de rassembler le personnel auxiliaire indigène ainsi que les bêtes de charge nécessaires, enfin d'arrêter, de concert avec le consul général chargé d'affaires de France à Quito, et le gouvernement

de la République de l'Équateur, toutes les mesures de protection et d'administration utiles pour que les observations puissent être entreprises sans retard dès l'arrivée du deuxième échelon. Cette mission d'avant-garde, constituée par MM. les Capitaines Maurain et Lallemand, est actuellement en route; elle s'est embarquée à Saint-Nazaire le 9 décembre avec notre chargé d'affaires à Quito, M. Frandin, lequel était en congé en France et n'a pas hésité à abréger ce congé pour accompagner nos officiers afin de pouvoir leur prêter, dès leur débarquement, l'appui de son expérience auprès des autorités de l'Équateur.

» Le deuxième échelon comprendra tout le reste du personnel : il doit s'embarquer, au plus tard, au commencement du mois d'avril prochain ; il emmènera le matériel instrumental. En arrivant à Guayaquil, il trouvera rassemblé, par les soins de la mission d'avant-garde, le convoi destiné aux transports. Il se mettra donc en route immédiatement, évitant ainsi un séjour trop prolongé sur une côte réputée malsaine, et se rendra directement dans la région où doivent débuter les opérations. Les travaux d'observations pourront ainsi commencer dès le mois de juin 1901.

» La durée totale des opérations est prévue pour quatre ans.

» Au moment où j'annonce à l'Académie que la revision de l'arc méridien de Quito entre dans la période d'exécution, je tiens à lui dire que le Service géographique de l'armée, auquel elle a fait confier cette entreprise, sent le poids de la responsabilité qui lui incombe pour la mener à bonne fin avec toute la perfection désirable; mais j'espère qu'il saura se montrer digne de la haute confiance dont elle a bien voulu l'investir, et, pour cela, il ne ménagera ni sa peine ni ses efforts.

» L'Académie sera d'ailleurs tenue au courant de tous les détails des opérations, sur lesquelles elle est appelée à exercer son contrôle par l'intermédiaire d'une Commission permanente dont la nomination a été prévue dans les conclusions du Rapport de M. Poincaré. Ce contrôle permanent, aussi bien que les conseils qu'elle voudra bien continuer à donner à la mission, contribueront, dans une large mesure, à assurer à l'œuvre de la méridienne de Quito la valeur scientifique qu'elle doit atteindre. »

Sur la proposition de M. le Président, la Commission suivante est nommée par l'Académie, pour le contrôle des opérations de la Mission :

Le Bureau de l'Académie, et MM. **Faye**, **H. Poincaré**, **Hatt**, général **Bassot**, **Lœwy**.

CHIMIE MINÉRALE. — *Rectification d'une donnée analytique relative à l'hydrogène que les acides dégagent des granits.* Note de M. **Armand Gautier.**

« Dans une Note précédente sur les *origines de l'hydrogène atmosphérique* (voir ce Volume, p. 647), j'ai annoncé que le granit en poudre dégage, au contact des acides minéraux un peu concentrés, un volume considérable de gaz remarquablement riches en hydrogène libre.

» C'est là le point important de ces recherches, et j'ai depuis confirmé et généralisé cette observation par un grand nombre d'analyses des gaz ainsi dégagés d'autres roches ignées. Mais j'ai reconnu que la pulvérisation du granit dont je m'étais d'abord servi, granit auquel se rapporte l'analyse des gaz de la page 649, avait introduit artificiellement, et contre toutes les apparences, dans la poudre de la roche une certaine quantité de fer métallique très divisé, et que par conséquent le chiffre de 915^{cc} d'hydrogène par kilogramme de roche était beaucoup trop élevé.

» J'ai tenu à faire cette rectification dans le Volume même où avait paru l'analyse en question, pour éviter toute reproduction ultérieure d'une donnée incorrecte au point de vue quantitatif.

» Je me propose de publier sous peu les analyses des gaz dégagés des roches ignées par les acides ou par la chaleur. »

BOTANIQUE. — *Sur la différenciation des tissus vasculaires de la feuille et de la tige.* Note de M. **Gaston Bonnier.**

« J'ai établi, dans une Note précédente ([1]), la comparaison de la différenciation des tissus provenant du méristème vasculaire dans la tige et dans la racine des Phanérogames. Je me propose, dans cette nouvelle Note, de rechercher l'origine du méristème vasculaire dans la feuille et de comparer sa différenciation avec celle des tissus analogues qui se rencontrent dans la tige.

» J'aborderai d'abord cette question au point de vue de l'anatomie comparée des organes adultes et, en second lieu, au point de vue du développement histologique des tissus.

([1]) Gaston Bonnier, *Sur l'ordre de formation des éléments du cylindre central dans la racine e tdans la tige* (*Comptes rendus,* t. CXXXI, p. 781, 12 novembre 1900).

» 1° *Anatomie comparée des entrenœuds de la tige.* — J'insisterai, en premier lieu, sur un fait anatomique général bien connu, mais qu'il est cependant utile de préciser nettement avant d'étudier la comparaison des tissus de la tige et de la feuille. Il s'agit de la relation qui s'établit entre la disposition des feuilles et la structure de la tige qui les porte. M. Van Tieghem, dans son *Traité de Botanique* (¹) et dans son Enseignement, a fait remarquer que la symétrie vasculaire de la tige, qui est toujours visible dans une plante à feuilles verticillées ou opposées, se trouve troublée au voisinage des feuilles lorsque celles-ci sont alternes, et même complètement altérée quand un rameau ne porte qu'une seule feuille.

» Dans ce cas, en effet, la tige est symétrique par rapport à un seul plan, comme un pétiole. Ce fait est très apparent dans certains exemples particuliers tels que l'axe hypocotylé chez les plantes à un cotylédon, et dont la gemmule n'est pas développée (Alismacées, Ombellifères bulbeuses à un seul cotylédon, etc.); mais il est beaucoup plus fréquent qu'on ne le croit généralement.

» C'est ainsi qu'à la fin de la saison une branche de l'un quelconque des arbres de nos pays, lorsqu'elle porte des feuilles alternes et espacées, présente dans toute la longueur de son dernier entrenœud une symétrie vasculaire par rapport à un seul plan. On peut citer le Platane, le Févier, le Robinier, le Châtaignier, l'Orme, le Bouleau, le Charme, etc. Prenons l'une de ces branches qui présente en automne une dernière feuille de la pousse annuelle dont le pétiole est situé en apparence sur le prolongement même de la tige; cette branche offre dans toute la longueur de l'entrenœud terminal un seul plan de symétrie.

» La *fig.* 1 représente une des branches étudiées, récoltée avant la chute

Fig. 1.

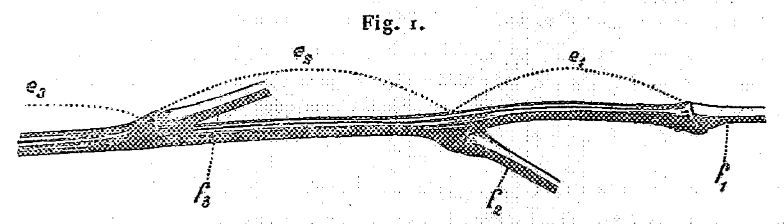


Fig. 1. — Terminaison d'une branche, à l'automne : f_1, f_2, f_3, pétioles des feuilles; e_1, e_2, e_3, entrenœuds (Févier, *Gleditschia triacanthos*).

des feuilles. Une section pratiquée dans le dernier entrenœud e_1 offre une structure analogue à celle que représente la *fig.* 2. On y aperçoit la place

(¹) 2ᵉ édition, p. 740.

occupée par trois faisceaux libéro-ligneux primaires, dont un médian *bl* et deux latéraux *b'l'*, *b''l''*. La symétrie, par rapport à un seul plan, est tellement évidente que, si l'on regardait cette coupe sans connaître son origine, on la prendrait pour celle d'un pétiole. Les formations secondaires de la première année ls_1, bs_1, se produisent aussi dans cet entrenœud de la tige, et, comme dans un pétiole, ne viennent qu'accentuer la symétrie bilatérale de l'organe.

» Une coupe pratiquée dans l'entrenœud suivant (e_2, *fig.* 1) révélerait une symétrie troublée, mais dans laquelle on peut reconnaître deux plans de symétrie faisant entre eux un certain angle. Dans le troisième entre-

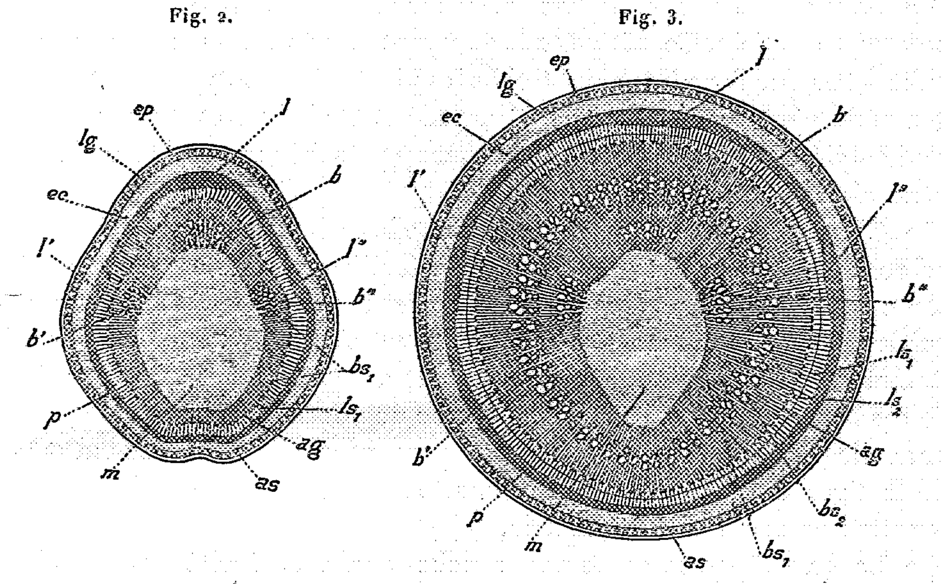


Fig. 2. — Section transversale du dernier entrenœud d'une pousse d'un an.

Fig. 3. — Section transversale du dernier entrenœud d'une pousse de deux ans.

Lettres communes : *ep*, épiderme; *lg*, liège; *ec*, écorce; *l*, *l'*, *l''*, liber primaire; *b*, *b'*, *b''*, bois primaire; *m*, moelle; ls_1, bs_1, liber et bois secondaires de première année; ls_2, bs_2, liber et bois secondaires de deuxième année; *as*, assise subéro-phellodermique; *ag*, assise libéro-ligneuse (*Gleditschia triacanthos*).

nœud à partir du sommet (e_3, *fig.* 1), la symétrie vasculaire de la tige se rapproche encore plus de la symétrie par rapport à un axe; et ce n'est que dans l'entrenœud situé au-dessous du premier cycle de feuilles, et dans tous les entrenœuds suivants de la pousse annuelle, que l'on pourra trouver complètement réalisée la symétrie typique de la tige.

» La tige nous apparaîtrait donc ici comme formée par l'ensemble concrescent des bases des feuilles prolongées. Ce retentissement de la disposition des feuilles sur la structure de la tige peut être mis en évidence par

une seule coupe transversale. En effet, coupons un entrenœud, tel que e_1 (*fig.* 1), mais au bout de la seconde année de sa végétation (*fig.* 3). Le bois de la première année n'aura pas changé de place, et nous montrera, au milieu de la coupe, le bois primaire du faisceau médian *b* et le bois primaire *b'* et *b''* des faisceaux latéraux. Or, le bois de la deuxième année correspond à la base de la pousse feuillée qui s'est développée pendant l'année suivante, au-dessus de e_1, et par conséquent à l'ensemble de toutes les bases prolongées des feuilles de cette nouvelle pousse. Aussi la disposition du bois secondaire de deuxième année bs_2 présente sensiblement la symétrie normale de la tige.

» On a sur la même coupe de cet entrenœud un bois symétrique par rapport à un seul plan entouré par un bois symétrique par rapport à un axe.

» Des remarques anatomiques de ce genre pourraient être multipliées et, jointes aux faits déjà observés, montrent que la structure de la tige est sous la dépendance étroite de la disposition et de l'écartement des feuilles qui s'y rattachent.

» 2° *Anatomie comparée de la tige et de la feuille.* — Je me contenterai, sur ce point, de citer ici les cas assez fréquents où des coupes transversales successives pratiquées dans la tige, à la base d'une feuille, dans le pétiole et dans le limbe, mettent en évidence la continuité de certains tissus. Ainsi, lorsque chaque cordon vasculaire, dans le limbe et dans le pétiole, semble entouré d'un endoderme, la plus grande partie de cette assise n'est pas en continuité avec l'endoderme général du cylindre central de la tige.

» Les *fig.* 4 et 5 représentent des sections de la tige et du pétiole d'une même espèce. Dans la première (*fig.* 4), qui correspond à la tige, considérons un faisceau. On voit facilement une assise spéciale *e'*, appartenant au tissu des rayons médullaires, qui entoure à la fois la partie libéro-ligneuse, une portion du péricycle et de la zone périmédullaire. Cette assise forme une sorte d'endoderme spécial qui, dans une section faite un peu au-dessus, va se réunir latéralement à une partie de l'endoderme *end* pour englober complètement un cordon vasculaire. Des coupes successives montrent que cette assise est en continuité complète avec celle qui entoure un faisceau pétiolaire (*e'*, *fig.* 5). La section de ce pétiole, grâce à quelques fibres péricycliques différenciées çà et là (en *p'*, par exemple), laisse encore distinguer l'endoderme général *end*, qui est en continuité avec l'endoderme de la tige. Par suite, on peut aussi reconnaître la jonction

continue du péricycle (*pp'*, *fig.* 5), des rayons médullaires *rm* et de la moelle *m* du pétiole, avec les tissus similaires de la tige (*p*, *rm*, *m*, *fig.* 4). Une suite de coupes faites dans le haut du pétiole et dans le limbe montrerait encore la continuité de ces endodermes spéciaux *e'* avec ceux des

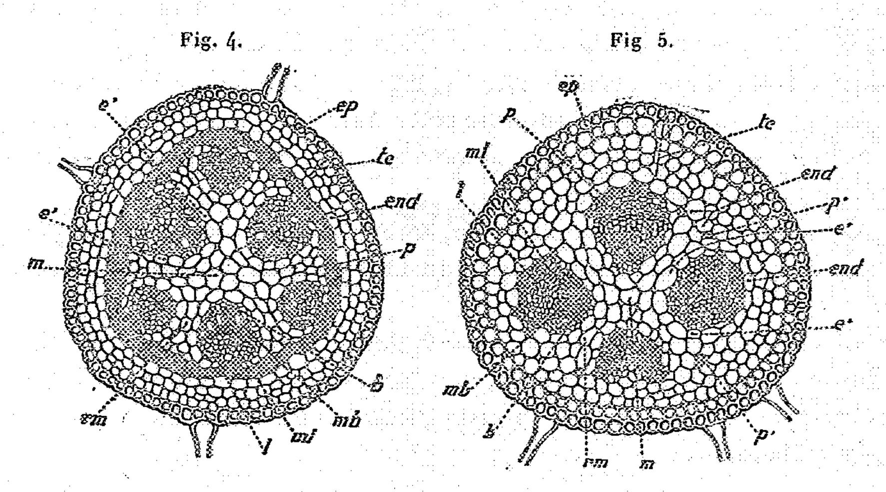


Fig. 4. — Section transversale d'une tige. Fig. 5. — Section transversale d'un pétiole.

Lettres communes : *ep*, épiderme; *te*, tissu cortical; *end*, endoderme général; *p*, *p'* péricycle fibreux; *e*, endodermes spéciaux; *rm*, rayons médullaires; *m*, moelle; *b*, bois primaire; *l*, liber primaire; *mb*, métaxylème; *ml*, métaphloème (*Geranium sanguineum*).

nervures; ces derniers devraient dès lors être considérés comme correspondant, au moins pour la majeure partie, à l'assise formant les endodermes spéciaux de la tige (*e'*, *fig.* 4).

» Quel est donc, dans le pétiole et dans le limbe, la limite entre l'écorce et le méristème vasculaire? L'étude du développement des tissus de la feuille et de la tige peut seule nous renseigner à cet égard.

» 3° *Différenciation du méristème vasculaire du limbe de la feuille.* — Le point le plus important à considérer, c'est l'origine du méristème vasculaire de la feuille. Je ne l'étudierai pas dans ses tout premiers cloisonnements, ce travail ayant été entrepris par M. Flot, dont je présente aujourd'hui même une Note à l'Académie et qui, par une autre voie, à l'aide de délicates coupes longitudinales, aboutit sur ce point aux mêmes conclusions que moi [1]. Mais je ferai remarquer qu'en examinant le limbe d'une

[1] Léon Flot, *Sur l'origine commune des tissus dans la tige et dans la feuille des Phanérogames* (*Comptes rendus*, 31 décembre 1900).

feuille assez jeune, on y distingue, en dedans de l'épiderme qui le revêt, un méristème cortical. Cette écorce enveloppe elle-même un méristème vasculaire qui, au début, remplit tout l'intérieur du limbe d'un tissu formant une épaisse lame homogène d'un bout à l'autre de la feuille.

Fig. 6.

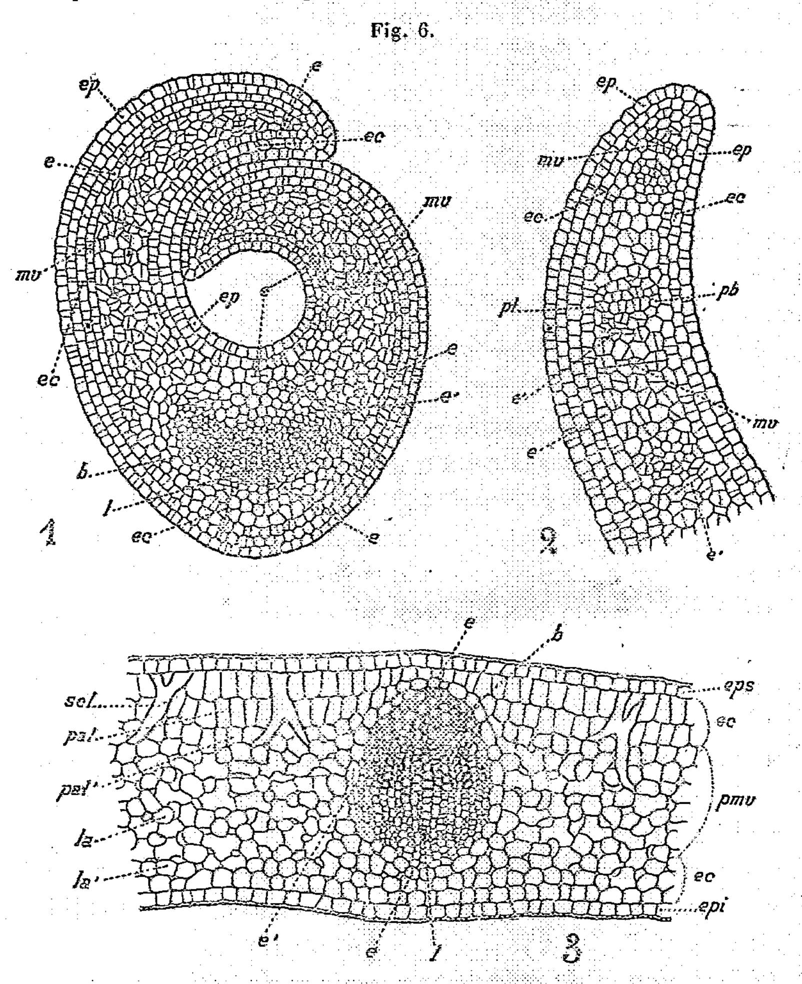


Fig. 6. — Sections, à divers âges, dans le limbe d'une feuille : 1, très jeune feuille; 2, portion d'une feuille semblable à un stade un peu plus avancé; 3, feuille adulte.

Lettres communes : *ep*, *eps*, *epi*, épiderme; *ec*, écorce; *mv*, méristème vasculaire; *pmv*, parenchyme issu du méristème vasculaire; *e*, endoderme général; *e'*, endodermes spéciaux; *l*, liber primaire; *b*, bois primaire; *pb*, pôles ligneux; *pl*, pôles libériens; *pal*, tissu en palissade; *scl*, sclérites; *la*, tissu lacuneux; *pal'*, *la'*, cellules du tissu en palissade ou du tissu lacuneux qui sont originaires du méristème vasculaire (*Camellia indica*).

» La *fig.* 6, en 1 et 2, montre nettement la distinction entre ces deux méristèmes lorsqu'elle se maintient assez longtemps pendant le dévelop-

pement de la feuille (*Evonymus*, *Camellia*, *Laurus*, *Eucalyptus*, etc.). A l'état qui est représenté en 1 (*fig.* 6), on distingue clairement les assises du méristème cortical *ec* dont les cloisonnements sont tous perpendiculaires à la surface de la feuille, et le méristème vasculaire où les cloisonnements se font, au début, dans une direction quelconque. A un état un peu plus avancé, en 2 (*fig.* 6), la marche de la différenciation s'oriente et l'on voit apparaître le tissu des futures nervures qui s'organisent *à l'intérieur* du méristème vasculaire. On peut donc, à cet âge, reconnaître un vrai endoderme général *e* qui vient se mettre en continuité avec l'endoderme général du pétiole et avec celui de la tige; cet endoderme est toujours constitué, quelle que soit sa différenciation ultérieure, par l'assise la plus interne de l'écorce, et marque exactement la limite extérieure du méristème vasculaire.

» On peut aussi distinguer une sorte d'endoderme spécial (*e'*, en 2, *fig.* 6) limitant chaque nervure, et qui souvent vient se raccorder avec l'assise *e*, mais dont l'organisation est liée à l'existence de deux pôles (*pl*, *pb*, en 2, *fig.* 6) analogues à ceux que j'ai désignés sous les noms de *pôles libériens* et de *pôles ligneux* dans la tige et dans la racine ([1]). L'endoderme spécial *e'*, quelle que soit sa différenciation ultérieure, est sur le prolongement de celui qui entoure les cordons vasculaires du pétiole (*e'*, *fig.* 5) et de l'assise des rayons médullaires qui se trouve autour des faisceaux libéro-ligneux de la tige (*e'*, *fig.* 4).

» Ces distinctions d'origine disparaissent rapidement à mesure que s'organise définitivement la structure du limbe de la feuille (en 3, *fig.* 6). On voit alors qu'entre les nervures, des éléments du méristème vasculaire peuvent devenir aussi bien cellules en palissade ou cellules du tissu lacuneux que ceux qui proviennent du méristème cortical; on voit aussi que l'endoderme spécial *e'* accentue sa différenciation alors que celle de l'endoderme général s'efface, au contraire, complètement sauf aux points qui touchent les nervures (*e*, en 3, *fig.* 6).

» 4° *Différenciation du méristème vasculaire du pétiole et de la tige.* — Il suffit d'examiner un pétiole ou une tige assez jeunes pour reconnaître que la différenciation des éléments du méristème vasculaire, au début, ne se fait jamais radialement. Elle se produit, comme dans la feuille, par une série de fuseaux dont les pôles, points de départ de deux différenciations opposées, l'une libérienne, l'autre ligneuse, sont situés sur le même rayon

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 782.

(*fig.* 7). Il y a plus : la formation des rayons médullaires eux-mêmes est, à l'origine, liée aux pôles des faisceaux voisins. A la périphérie des faisceaux, chaque file d'éléments, dont l'ensemble constitue un rayon médullaire, est formée de deux moitiés ayant chacune comme point de départ un pôle libérien ou un pôle ligneux. Certaines de ces files relient deux pôles de noms différents et sont semi-circulaires; les autres relient d'une manière plus ou moins directe deux pôles de même nom (*fig.* 7). Tantôt cette

Fig. 7.

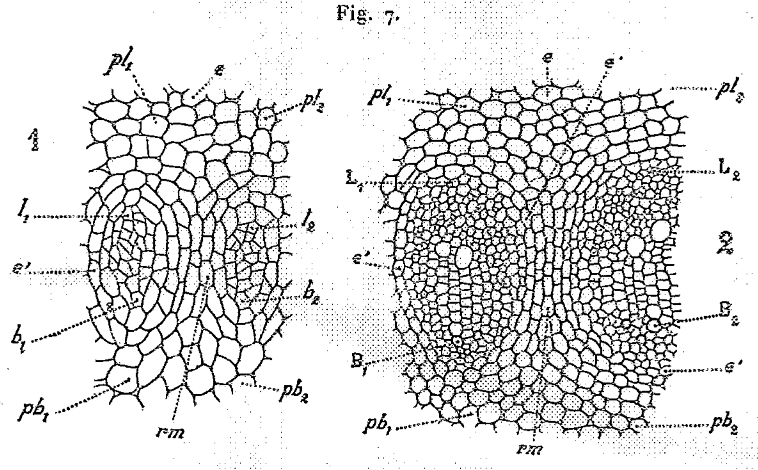


Fig. 7. — Différenciation du méristème vasculaire de la tige : 1, dans la Vigne vierge (*Ampelopsis hederacea*); 2, dans le Marronnier (*Æsculus hippocastanum*).

Lettres communes : pl_1, pl_2, pôles libériens; pb_1, pb_2, pôles ligneux; *e*, endoderme général; *e'*, endodermes spéciaux; l_1, l_2, L_1, L_2, liber primaire; b_1, b_2, B_1, B_2, bois primaire; *rm*, rayons médullaires.

organisation ne s'observe qu'à un état très jeune (*Quercus robur*, *Veronica beccabunga*, *Hedera helix*, *Æsculus hippocastanum*, etc.), tantôt elle reste visible même à l'état adulte (*Platanus vulgaris*, *Ampelopsis hederacea*, etc.).

» Il résulte de ces faits : 1° que les faisceaux libéro-ligneux, tels que les a définis M. Van Tieghem, existent toujours dans les tiges des Phanérogames et qu'on n'observe jamais, dès le début, une différenciation vraiment radiale des tissus du méristème vasculaire; 2° que les rayons médullaires primaires qui séparent ces faisceaux sont en relation d'origine avec les faisceaux eux-mêmes et sous la dépendance première des pôles libériens et des pôles ligneux.

» 5° *Comparaison générale de la différenciation du méristème vasculaire dans la tige, la feuille et la racine.* — Les schémas 1, 2, 3, 4 et 5 (*fig.* 8) indiquent la correspondance générale des tissus provenant du méristème

Fig. 8.

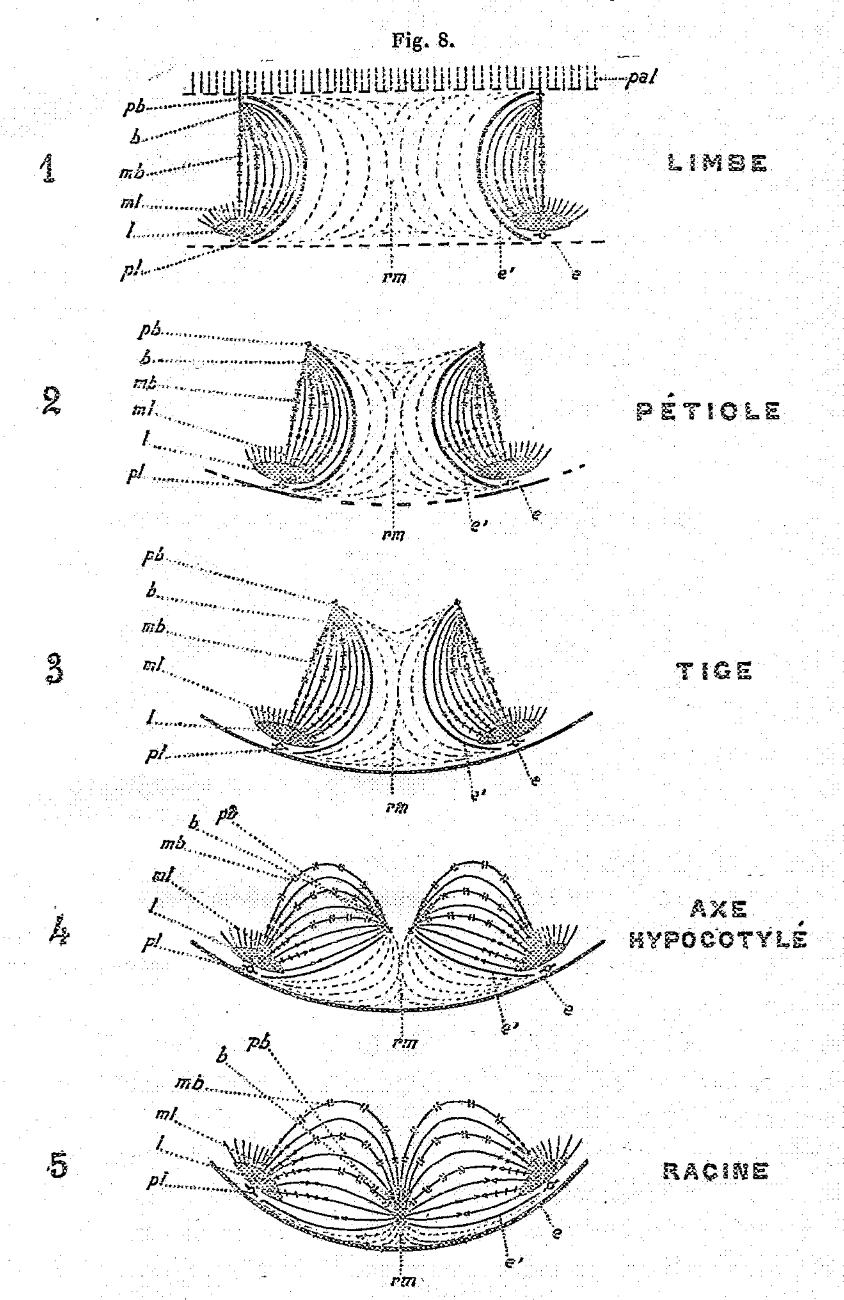


Fig. 8. — Schémas représentant la marche de la différenciation comparée dans deux demi-faisceaux et dans le tissu situé entre eux, pour le limbe de la feuille, le pétiole, la tige, l'axe hypocotylé et la racine. De 1 en 5, on voit que les pôles ligneux, situés en 1, du côté du tissu en palissade *pal*, se rapprochent peu à peu les uns des autres, jusqu'à se placer vers l'extérieur, en 5, du côté du tissu absorbant. On voit aussi que l'endoderme général *e* s'accentue de plus en plus de 1 en 5, tandis qu'au contraire les endodermes spéciaux *e'*, généralement très bien marqués dans le limbe, s'effacent peu à peu en allant vers la racine. Ces schémas montrent encore que le mésophylle (1, *rm*) du limbe correspond aux rayons médullaires (2, 3, 4, *rm*) du pétiole, de la tige, de l'axe hypocotylé, et enfin au péricycle extra-ligneux de la racine (5, *rm*).

pb, pôle ligneux; *b*, premier bois primaire; *mb*, métaxylème; *ml*, métaphloème; *l*, premier liber primaire; *pl*, pôle libérien.

vasculaire, et la marche de leur différenciation pour deux demi-faisceaux voisins, dans le limbe, le pétiole, la tige, l'axe hypocotylé et la racine. On voit que, sauf l'orientation des pôles ligneux, sauf l'atténuation ou l'accentuation de l'endoderme général *e* et des endodermes spéciaux *e'*, la marche de la différenciation est partout la même dans les trois membres de la plante. Ces schémas montrent aussi, par exemple, que le mésophylle *rm* qui sépare les nervures dans le limbe a son homologue dans le péricycle extra-ligneux *rm* de la racine.

» Sans vouloir restaurer la théorie des *phytons* de Gaudichaud, on doit cependant conclure de ce qui précède que l'on peut considérer la tige comme formée par l'ensemble des prolongements des bases des feuilles. En tout cas, on doit déduire de ces faits qu'il se produit à l'origine une continuité complète entre tous les tissus des feuilles et ceux qui leur correspondent dans la tige. Or comme, d'après ma Note précédente, une pareille continuité s'établit aussi entre les tissus de la tige et ceux de la racine, le végétal tout entier, bien que différencié en trois membres, nous apparaît comme un ensemble dans lequel la marche de l'organisation des tissus s'établit partout de la même manière.

» Sans émettre aucune hypothèse sur l'origine des trois membres de la plante dont les caractères persistent grâce à une hérédité profonde, on pourrait toutefois tenter d'établir certains rapports entre leur symétrie de structure et leurs fonctions générales.

» Prenons, je suppose, la feuille comme point de départ. Son limbe aplati est exposé à la lumière par sa face supérieure, à l'ombre par sa face inférieure. La face exposée à la lumière devient la plus riche en chlorophylle; c'est de ce côté que se feront surtout l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes [1]. D'autre part, lorsque la feuille devient vasculaire, c'est vers la face supérieure, là où un excès d'eau est nécessaire aux fonctions chlorophylliennes, qu'on voit se former les vaisseaux du bois.

» On peut donc admettre qu'il existe une corrélation entre la position des pôles ligneux et les fonctions principales de la feuille, et que les pôles libériens se forment à l'opposé.

---

[1] Remarquons, en effet, que le siège de la transpiration chlorophyllienne est au niveau du tissu en palissade, dans les méats qui séparent les éléments de ce tissu. Ce phénomène est tout différent de la sortie de l'eau par les stomates ou la cuticule, qui se produit surtout par la face inférieure de la feuille.

» Les feuilles demeurant cohérentes entre elles par leurs bases dont l'ensemble constitue la tige, les faisceaux viennent s'y réunir et alors, dans la tige, le bois se trouve vers l'intérieur et le liber vers l'extérieur. Enfin, lorsque la tige se transforme, latéralement ou au sommet, en un organe destiné à l'absorption, les pôles ligneux se rapprochent de l'extérieur pour se mettre en contact avec le tissu qui sert à puiser l'eau dans le sol : on a la structure de la racine. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, pour la place devenue vacante au Bureau des Longitudes par le décès de M. *de Bernardières*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, M. le Vice-Amiral *Fournier* réunit la majorité des suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, M. *Félix Arago* réunit la majorité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre sera composée comme il suit :

En première ligne . . . . M. le Vice-Amiral **Fournier**.
En seconde ligne . . . . M. **Félix Arago**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en application du Décret du 24 juin 1899.

M. **Dedekind**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. **Hooker** élu Associé étranger.

M. **Strasburger**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Duval adresse un Mémoire portant pour titre : « Origine des forces et des propriétés ».

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Cornu, Arm. Gautier.)

M. H. Hermite adresse, de Neuchâtel, un Mémoire relatif à l'application de la méthode des causes actuelles à la partie théorique de la Géologie.

(Commissaires : MM. Fouqué, Marcel Bertrand, Michel Lévy.)

CORRESPONDANCE.

M. le général Sebert, en présentant à l'Académie deux Volumes se rapportant aux Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie le deuxième Volume des Comptes rendus du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenu à Boulogne-sur-Mer en 1899, sous la présidence de notre collègue le Dr Brouardel, et le premier Volume des Comptes rendus du Congrès semblable tenu à Paris en 1900 sous ma présidence.

» Ce dernier Volume est accompagné d'une Notice consacrée aux établissements de l'enseignement supérieur de la Ville de Paris. Cette Notice due à la collaboration des hommes les plus compétents dans les différentes branches des Sciences sera consultée avec intérêt pour fixer l'état de ces différents établissements à la fin du siècle qui se termine aujourd'hui.

» Dans le Volume consacré aux séances du Congrès de Paris, je me permets de signaler particulièrement les vœux exprimés et l'appel adressé aux Académies et aux Corps savants pour l'étude d'une langue internationale pouvant faciliter la diffusion des Sciences, du Commerce et de l'Industrie dans tous les pays.

» Cette question, qui est en ce moment à l'ordre du jour me paraît avec celle de la création d'un Répertoire bibliographique universel, à laquelle elle se relie, mériter toute l'attention de l'Académie des Sciences et l'appui de l'Association internationale des Académies. »

MM. **Defacqz, Giacobini, Remlinger, Wallerant, Roussy** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la longitude de la Lune.* Note de M. **H. Andoyer**, présentée par M. Poincaré.

« Les coordonnées de la Lune peuvent se développer, comme l'a fait Delaunay, en séries trigonométriques dont les coefficients sont eux-mêmes des séries ordonnées suivant les puissances des quantités m, e, e', γ, $\frac{a}{a'}$, pour la signification desquelles je renverrai à l'œuvre de Delaunay.

» Ainsi que je l'ai déjà fait observer plusieurs fois, tous les résultats de Delaunay sont inexacts, à partir des coefficients du huitième ordre par rapport aux quantités précédentes.

» J'ai calculé à nouveau tous les termes dont le coefficient ne renferme que les puissances de m et les deux premières puissances de e, par conséquent de la forme m^k, ou $m^k e$, ou $m^k e^2$; et l'approximation est la même pour le rayon vecteur que pour la longitude. Les résultats ont été obtenus concordants par l'emploi de deux méthodes essentiellement distinctes.

» Voici les corrections nouvelles qu'il faut apporter à la valeur de la longitude donnée par Delaunay, les autres ayant été indiquées antérieurement [*Sur quelques inégalités de la longitude de la Lune* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, t. VI); *Sur les longitudes de la Lune* (*Comptes rendus*, 4 juin 1900)].

» Dans le coefficient de $\sin 2l$ (*Mém. de l'Acad. des Sciences*, t. XXIX, p. 806) *au lieu de :*

$$-\frac{4\,584\,698\,923}{2\,949\,120}e^2m^6-\frac{2\,689\,175\,914\,669}{353\,894\,400}e^2m^7,$$

il faut lire :

$$-\frac{4\,603\,874\,923}{2\,949\,120}e^2m^6-\frac{2\,798\,638\,555\,069}{353\,894\,400}e^2m^7;$$

dans le coefficient de $\sin(2D-2l)$ (*ibid.*, p. 823), *au lieu de :*

$$+\frac{31\,887\,869\,809}{2\,654\,208}e^2m^6+\frac{339\,176\,305\,516\,481}{5\,096\,079\,360}e^2m^7,$$

il faut lire :

$$+\frac{30\,670\,761\,217}{2\,654\,208}e^2m^6+\frac{321\,627\,720\,575\,681}{5\,096\,079\,360}e^2m^7;$$

dans le coefficient de $\sin(4D - 2l)$ (*ibid.*, p. 839), *au lieu de :*

$$+\frac{380\,523\,424\,067}{78\,643\,200}e^2m^6,$$

il faut lire :

$$+\frac{379\,847\,884\,067}{78\,643\,200}e^2m^6. \text{ »}$$

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES. — *Sur un nouveau cercle à calculs.* Note de M. PIERRE WEISS, présentée par M. J. Violle.

« Préoccupé de faire avec une dépense minima de temps et d'attention les calculs ordinaires de réduction des observations de Physique, j'ai été conduit à une disposition de cercle à calculs qui diffère d'une manière assez marquée des cercles et des règles usuels, et dont un usage journalier m'a montré les avantages.

» L'instrument comporte *une seule* graduation logarithmique, gravée sur métal, suivant une circonférence de 16^{cm} de diamètre. Cette graduation possède, comme celle de tous les autres *cercles* à calculs, la propriété de se juxtaposer à elle-même un nombre indéfini de fois. Elle est donc équivalente à une règle de longueur indéfinie, sur laquelle une échelle logarithmique, de 1 à 10, occuperait environ 50^{cm}.

» Sur cette graduation se meuvent deux aiguilles, que j'appellerai l'*indicatrice* et la *multiplicatrice*. L'indicatrice entraîne toujours dans son mouvement la multiplicatrice; celle-ci, au contraire, peut se mouvoir seule, sans déplacer l'indicatrice.

» Toutes les propriétés de l'instrument sont évidentes si l'on considère que, entre les nombres représentés par deux points distants, sur le cadran, d'un angle constant, il y a un rapport constant. On multiplie donc les nombres indiqués par les deux aiguilles par un même facteur, toutes les fois qu'on les fait tourner ensemble d'un même angle.

» Pour faire un produit $a \times b$ (*fig.* 1), on mettra l'indicatrice sur l'un des facteurs a, et la multiplicatrice, en la faisant mouvoir seule, sur la division **1**. Puis on les fera tourner solidairement jusqu'à ce que la multiplicatrice soit en b. L'indicatrice se trouve alors en $a \times b$.

» On peut, sans lire ce premier produit, le multiplier immédiatement de la même manière par un troisième facteur c, et ainsi de suite.

» Pour diviser un nombre quelconque, par exemple le résultat des multiplications précédentes, que montre actuellement l'indicatrice, par un nombre d, on met la multiplicatrice, en la faisant mouvoir seule, sur d, et l'on fait tourner les deux aiguilles d'un mouvement solidaire jusqu'à ce que la multiplicatrice soit en **1**. L'indicatrice donne $\frac{a \times b \times c}{d}$.

» La position **1** intervient, on le voit, dans toutes ces opérations. On évite le pointé

de cette position au moyen d'un butoir *facultatif,* qui entre en jeu ou est supprimé par un mouvement à ressort.

» Dans le cas plus général (*fig.* 2) de la multiplication d'un nombre α par un rapport $\frac{a}{b}$, la position 1 ne joue plus aucun rôle. On met l'indicatrice en α et la multipli-

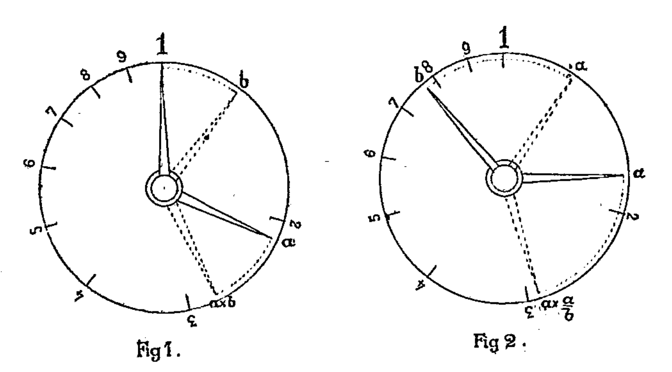


Fig 1. Fig 2.

catrice en b en la faisant mouvoir seule. Puis on donne à l'ensemble des deux aiguilles un mouvement qui amène la multiplicatrice de b en a. L'indicatrice donne alors $\alpha \times \frac{a}{b}$.

» Quand on a des séries de nombres à multiplier par un même coefficient, on donne à l'angle des deux aiguilles la valeur correspondant à ce coefficient. Il suffit alors de mettre la multiplicatrice successivement en face de tous les nombres, pour lire en face de l'indicatrice tous les produits.

» En résumé, on peut avec cet appareil faire un nombre quelconque de multiplications et de divisions, sans que la précision et la rapidité des opérations soient diminuées par la lecture d'un résultat intermédiaire.

» Les opérations ont un caractère de simplicité tel, qu'elles exigent beaucoup moins d'*attention préalable* qu'avec la règle ordinaire. On n'hésite, par exemple, jamais entre deux manières de faire dont l'une risque de conduire en dehors des limites de la règle. Cette supériorité est encore plus marquée par rapport aux règles dans lesquelles l'échelle est repliée sur elle-même afin de doubler la sensibilité pour une longueur de règle donnée.

» La lecture elle-même est facilitée par la présence d'*une seule échelle*. On ne cherche pas l'endroit où elle doit se faire sur une deuxième graduation voisine, mais on le trouve immédiatement au bout d'une aiguille. Quand même, dans la règle ordinaire, on se sert du curseur Mannheim, le voisinage de la deuxième graduation augmente un peu l'attention nécessaire.

» Dans le même ordre d'idées, j'ai évité la complication de graduations

donnant les racines carrées et les lignes trigonométriques, que l'on aurait pu mettre sur des cercles concentriques. Il m'a paru préférable de ne demander à un même instrument que les opérations de beaucoup les plus fréquentes de la multiplication et de la division.

» Ce cercle à calculs a été construit par M. I. Werlein. Les mouvements, solidaires ou indépendants, des aiguilles s'obtiennent aisément, par les frottements gradués des douilles sur les axes, réglés une fois pour toutes. Chacune des aiguilles porte un bouton moletté, qui doit être assez grand pour que la manœuvre des aiguilles soit commode, et relativement léger pour éviter les effets de l'inertie.

» On obtient très facilement avec cet instrument une précision minima de $\frac{1}{2000}$, même dans les opérations compliquées. »

PHYSIQUE. — *Sur une relation entre la dilatation et la température de fusion des métaux simples*. Note de M. **Lémeray**, présentée par M. A. Cornu.

« A la suite d'expériences sur la variation des propriétés mécaniques des métaux en fonction de la température, j'ai été conduit à quelques idées qui m'ont paru susceptibles de contribuer à l'étude de l'état solide. La théorie que j'ai ébauchée a fourni un résultat qui paraît se vérifier dans une certaine mesure et qui est peut-être nouveau; c'est pourquoi je demande à l'Académie la permission de le lui exposer. On peut l'énoncer ainsi :

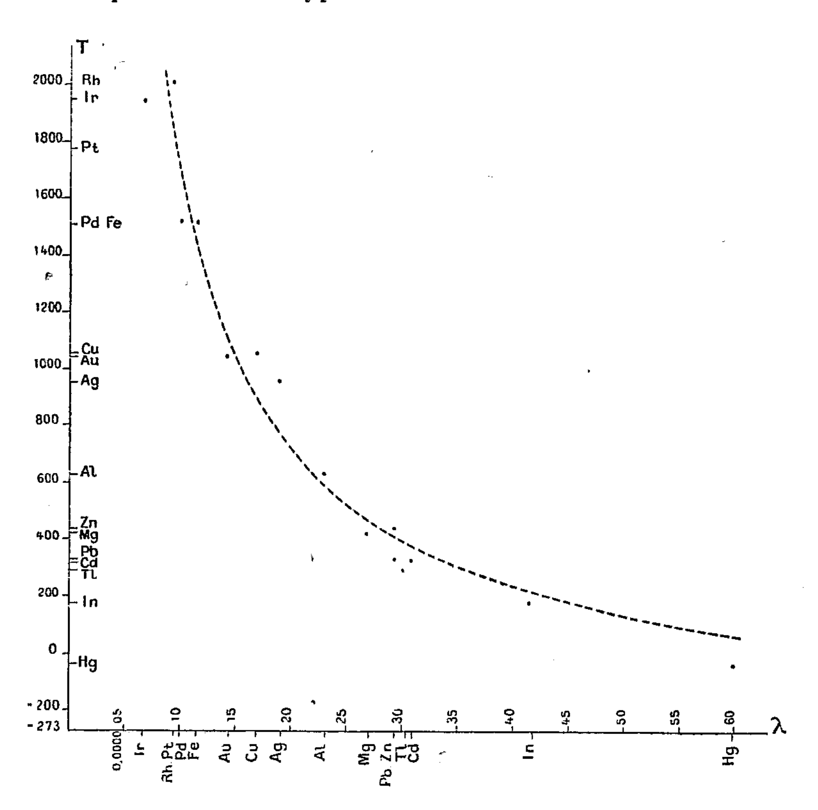
» Volumes égaux de métaux simples au zéro absolu sont encore égaux entre eux aux points de fusion respectifs.

» Mon analyse n'était pas, naturellement, spéciale aux métaux; mais je supposais continues les variations des forces moléculaires en fonction de la température; c'était, par suite, laisser de côté les corps qui ne présentent pas la fusion pâteuse; par une simplification nécessaire, je ne tenais pas compte de la structure cristalline, des actions physico-chimiques, des variations allotropiques ; il fallait donc se borner aux corps simples et même aux métaux, en excluant de plus l'étain, l'antimoine, le bismuth, considérés du reste souvent comme métalloïdes et dont la structure est nettement cristalline.

» Il n'est pas possible de procéder à une vérification complète : en premier lieu, même en faisant abstraction de l'influence de la pression sur la température de fusion, cette dernière n'est pas bien définie quand on

considère précisément des corps à fusion pâteuse; d'autre part, il faudrait connaître la loi des dilatations pour toutes les températures jusqu'à celle de fusion. On doit donc se contenter d'une vérification approximative et prendre pour valeur moyenne de la fonction inconnue une quantité proportionnelle au coefficient de dilatation cubique à la température ordinaire, ou, ce qui revient au même, au coefficient de dilatation linéaire λ; car en prenant 3λ pour valeur du premier coefficient, nous ferons une erreur de même ordre que celles que comportent nos autres approximations. Autrement dit, T désignant la température absolue de fusion telle qu'on l'entend d'habitude, la liaison entre λ et T devra se rapprocher de la relation $\lambda T =$ const. plus que de toute autre relation simple.

» Le graphique suivant montre dans quelle mesure se fait la vérification (la courbe en pointillé est l'hyperbole $\lambda T = 0,02$).



» Parmi les métaux qui y figurent se trouvent ceux pour lesquels l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* donne les deux éléments λ et T. Le point relatif au mercure est naturellement hypothétique; j'ai pris pour λ le

tiers du coefficient de dilatation cubique aux températures normales. Il serait intéressant de connaître λ et T pour tous les autres métaux.

» On voit que les écarts, bien qu'ils soient plus grands que ceux de certaines autres lois approchées, la loi de Dulong et Petit, par exemple, ne semblent pas assez considérables pour infirmer l'énoncé donné plus haut; car il est probable que, pour les différents métaux, les variations de λ avec la température suivent des lois un peu différentes. Ces écarts paraissent, du reste, se rattacher au moins en partie aux volumes atomiques; on observe, en effet, que, de plusieurs métaux ayant des coefficients de dilatation peu différents, le plus fusible relativement est celui qui a le plus grand volume atomique. C'est ainsi que les coefficients de Zn, Pb, Tl, Cd sont compris entre 0,0000292 et 0,0000307; or les écarts à l'hyperbole $\lambda T = 0,02$ se rangent dans l'ordre suivant : Zn (en plus), Cd, Pb, Tl (en moins), et les volumes atomiques respectifs sont : 9,1; 12,9; 18,1; 30,4.

» Il ne serait peut-être pas très difficile de rendre compte théoriquement de l'influence du volume atomique sur la température de fusion; mais les éléments de vérification sont encore trop peu nombreux pour qu'on puisse, avec quelque chance d'exactitude, énoncer une loi un peu précise à cet égard. »

PHYSIQUE. — *Constante de la gravitation universelle. Sur une cause de dissymétrie dans l'emploi de la balance de Cavendish.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. A. Cornu.

« 1. Après avoir exposé les méthodes employées par M. le baron R. von Eötvös pour l'étude du champ de la pesanteur, j'ai dit en deux mots, au Congrès de Physique ([1]), que les actions mesurées au moyen de ces appareils, actions cent ou mille fois plus grandes dans les caves d'un bâtiment irrégulier qu'elles ne le sont en plaine, peuvent avoir joué un rôle comme causes d'erreur dans l'emploi de la balance de Cavendish pour la mesure de la constante de la gravitation universelle. C'est la discussion de cette cause d'erreur que je veux faire aujourd'hui.

» 2. M. Eötvös a montré depuis longtemps (*Wied. Ann.*, 1896) qu'un levier horizontal rectiligne, mobile autour d'un axe vertical passant par

---

([1]) *Congrès international de Physique*, Séance du 11 août 1900. Imprimerie Nationale.

son centre, portant à ses extrémités de petites masses égales situées au même niveau, subit de la part du champ de la pesanteur un couple qui le ramène vers la direction de la ligne de courbure du plus grand rayon.

» Au-dessus d'une plaine où la surface de niveau serait l'ellipsoïde de révolution des géodésiens, le levier, suspendu par un fil sans torsion, s'orienterait suivant une parallèle, E—W, comme direction stable.

» Prenant des axes horizontaux Ox, Oy, le couple a pour valeur

$$\frac{1}{2} K \left(\frac{\partial^2 V}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \right) \sin 2\alpha,$$

en appelant V le potentiel de la pesanteur, K le moment d'inertie du levier rectiligne, α l'angle azimutal du levier avec la direction Ox de la ligne de courbure de rayon minimum sur la surface de niveau V; ce couple est positif de x vers y. La direction Oy serait une position d'équilibre stable, et la direction Ox une direction d'équilibre instable pour un levier entièrement libre. A Paris, $V''_{y^2} - V''_{x^2}$ est, pour l'ellipsoïde terrestre, environ 5.10^{-9} (C.G.S.).

» 3. Supposons que dans une balance de Cavendish le levier ait la direction α, lorsqu'on ne fait agir sur lui aucune des masses extérieures transportables. Le fil de suspension n'est pas alors sans torsion; il est tordu d'un angle θ vers Oy

$$(1) \qquad \theta = \frac{K}{2c} (V''_{y^2} - V''_{x^2}) \sin 2\alpha,$$

en appelant c le coefficient de torsion du fil.

» *Comme le coefficient de torsion du fil dépend de la température, le zero du levier de Cavendish se déplace quand la température change; il se rapproche de l'orientation libre stable* (Oy) *quand la température s'élève.*

» *Exemple :* Pour un levier ayant une période de 20^m ou 1200^s, orienté à 45° des lignes de courbure, la déviation θ serait $0,9.10^{-5}$ environ, soit 2″, sous l'action de l'ellipsoïde terrestre; elle peut être 100 à 1000 fois plus grande, 3′ à 30′, dans une cave, suivant la disposition des bâtiments. Dans ce dernier cas, le déplacement du zéro pourrait atteindre 0″,1 à 1″ par degré centigrade pour un fil d'argent, dont le coefficient de torsion diminue d'environ 0,05 par 100°.

» 4. Sous l'influence des masses attirantes, placées successivement dans des positions symétriques par rapport à l'orientation d'équilibre du levier, les déviations pourront n'être pas symétriques. Soient C le couple qu'exerce-

ceraient les masses attirantes sur le levier dans sa position d'équilibre, et C_1 le couple exercé dans la position déviée de l'angle β vers les masses. En supposant que la déviation due aux masses rapproche de la direction Oy, l'équation d'équilibre complète est

(2) $$c(\theta+\beta) = C_1 + \frac{K}{2}(V''_{y^2} - V''_{x^2})\sin(2\alpha+2\beta)$$

ou approximativement, en tenant compte de l'équation du zéro (1),

(3) $$[c - K(V''_{y^2} - V''_{x^2})\cos 2\alpha]\beta = C_1 - 2\beta^2 c\theta.$$

» Pour des masses attirantes placées de l'autre côté, on aura

(4) $$c(\theta-\gamma) = -C_2 + \frac{K}{2}(V''_{y^2} - V''_{x^2})\sin(2\alpha-2\gamma),$$

et même si C_2 était égal à C_1, γ ne serait pas égal à β. Donc, malgré la symétrie de position des masses attirantes par rapport au zéro, C_2 diffère de C_1, et l'on a approximativement

(5) $$[c - K(V''_{y^2} - V''_{x^2})\cos 2\alpha]\gamma = C_2 + 2\gamma^2 c\theta.$$

» 5. Soustrayant (3) de (5), il vient, après avoir divisé par $2c$,

(6) $$\left[1 - \frac{K}{c}(V''_{y^2} - V''_{x^2})\cos 2\alpha\right](\gamma-\beta) = \frac{C_2 - C_1}{2c} + \theta(\gamma^2+\beta^2),$$

et, avec une approximation presque toujours suffisante,

$$\theta = \frac{\gamma - \beta + (C_1 - C_2):2c}{\gamma^2+\beta^2}.$$

» *La dissymétrie des déviations à droite et à gauche fait connaître l'angle de torsion du fil au zéro; de même que cet angle, la dissymétrie augmente quand la température s'élève, et dans la même proportion.*

» Cette cause de dissymétrie, qui serait absolument négligeable en rase campagne, peut devenir appréciable dans des caves dont la construction est irrégulière, et pour des appareils dont la durée d'oscillation est longue.

» 6. Une cause analogue se présente pour les appareils dont les boules sont situées à des niveaux différents, comme celui de M. Boys; elle était probablement minime, à cause de la courte période et des petites dimensions de son appareil. J'y reviendrai s'il y a lieu.

» 7. Dans tous les cas, cette cause de dissymétrie, même accrue dans les caves, est probablement restée toujours assez faible pour que la moyenne des déviations à droite et à gauche n'en soit pas affectée. Si θ

est comparable à γ et β, on devra employer les équations complètes (2) et (4). »

TÉLÉGRAPHIE. — *Application directe d'un récepteur téléphonique à la télégraphie sans fil.* Note de MM. **Popoff** et **Ducretet**, présentée par M. A. Cornu.

« En mai 1899, M. Popoff, au cours de ses expériences de télégraphie sans fil à grande distance, observa qu'il était possible d'introduire directement un téléphone dans le circuit d'un radio-conducteur et d'une pile, et de recevoir ainsi les signaux hertziens émis à grande distance.

» En juillet 1899, M. Popoff rendit pratique sa nouvelle méthode radio-téléphonique, dont l'importance est réelle puisqu'*elle supprime le relais et le frappeur ou décohéreur automatique* des récepteurs généralement employés en télégraphie sans fil et qu'elle permet la réception des signaux à de plus grandes distances.

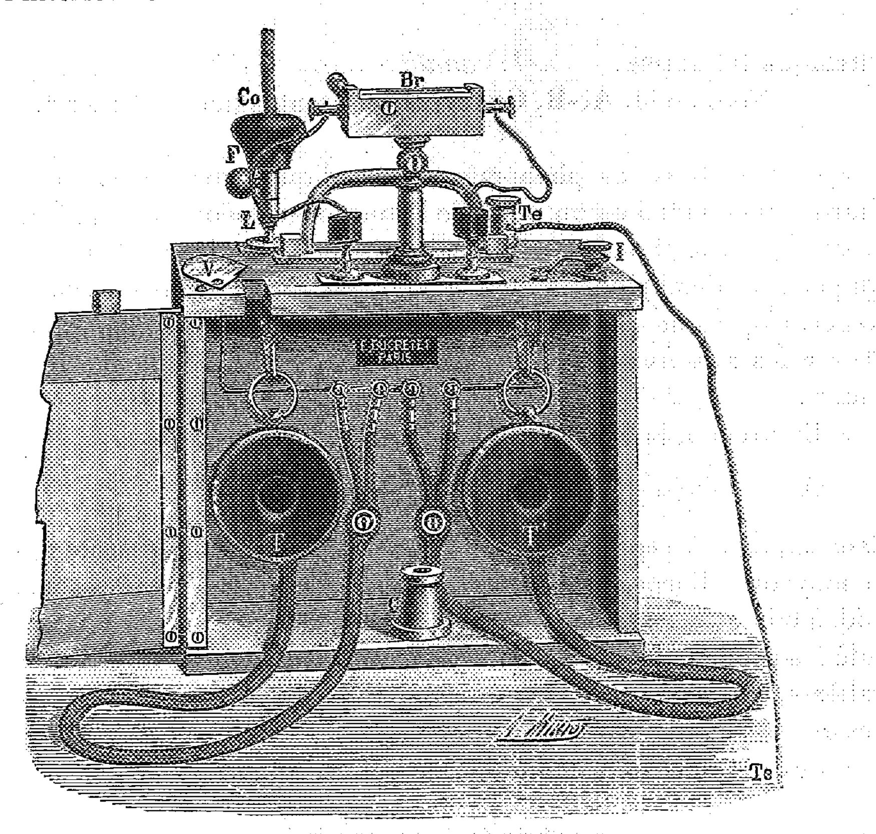
» Les postes officiels établis en Russie, par les soins de M. Popoff, entre l'île de Hohland et la ville de Kotka (47 kilomètres), ont pu ainsi fonctionner par tous les temps et rendre de grands services. Sous l'action des ondes électriques, des variations de résistance se produisent dans le circuit : pile, radio-conducteur, téléphone; elles modifient l'intensité du courant dans le circuit; et, par suite, ces variations intermittentes *sont directement perceptibles au téléphone*, même pour des radiations électriques de très faible puissance agissant sur le radio-conducteur.

» La figure ci-contre est celle de ce poste radio-téléphonique; il est très portatif :

» B*r* est le radio-conducteur *Popoff-Ducretet;* il est démontable, hermétique et disposé pour recevoir, entre ses électrodes, soit des grains de charbon dur, soit des grains métalliques, soit des tiges légères reposant librement sur des supports électrodes en charbon. Une charnière permet de donner l'inclinaison voulue, suivant les cas, et convenable à ce système microphonique spécial: il est sensible aux ondes électriques de très faible puissance.

» La monture de ce radio-conducteur B*r* est munie d'un réservoir à fermeture hermétique recevant une matière desséchante que l'on peut renouveler rapidement. Il est ainsi possible de faire usage de métaux facilement oxydables, l'intérieur du radio-conducteur étant à l'abri de l'humidité et du renouvellement de l'air.

» Les téléphones sont en TT'; les piles (éléments secs) sont dans un deuxième compartiment opposé au premier. La fiche F reçoit l'*antenne collectrice* Co; la borne de droite reçoit le fil de mise à la terre Te. Au repos, pour le transport de l'appareil, la colonne du radio-conducteur se met à l'intérieur en C.



» Entre nos postes d'essai de la rue Claude-Bernard et le boulevard de Port-Royal (distance environ 500^{m}), il est possible de recevoir des signaux émis par une petite bobine de Ruhmkorff donnant 4^{mm} d'étincelle avec une *antenne radiatrice* de 10^{m} de partie visible du poste récepteur. Au poste récepteur (figure incluse), avec la prise de terre Te, une *petite antenne collectrice* Co de 56^{cm} seulement suffit.

» Dans les mêmes conditions, le poste ordinaire avec relais et décohéreur automatique ne reçoit aucun signal.

» Connaissant les bons résultats récents obtenus, à grande distance, avec nos appareils de télégraphie sans fil, il est possible de prévoir l'impor-

tance des résultats qui seront obtenus avec le nouvel appareil Popoff-Ducretet, tant pour la Guerre que pour la Marine. Cet appareil sera le complément de ceux avec relais et décohéreur automatique que nous avons présentés à l'Académie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique.* Note de M. A.-B. CHAUVEAU, présentée par M. Mascart.

« Comme tous les phénomènes périodiques analogues, la variation diurne du potentiel en un point de l'atmosphère peut être représentée par la superposition d'ondes sinusoïdales ayant respectivement pour périodes un jour, un demi-jour, un tiers de jour, etc. Nous avons cherché à déterminer, d'après nos observations, les modifications apportées par l'altitude et par les saisons sur les amplitudes et les phases de ces ondes composantes.

» En prenant la formule de Fourier sous la forme

$$A = a_1 \sin(\alpha + \varphi_1) + a_2 \sin(2\alpha + \varphi_2) + a_3 \sin(3\alpha + \varphi_3) + \ldots,$$

dans laquelle A représente l'excès du potentiel, observé au temps t, sur la moyenne diurne, et α l'expression angulaire de ce temps, compté de midi à minuit, à raison de 360° pour vingt-quatre heures, nous avons calculé les coefficients $a_1, a_2, \ldots, \varphi_1, \varphi_2, \ldots$, à l'aide de 48 observations journalières, pour chacune des séries de moyennes dont nous avons donné des extraits dans une récente Communication ([1]).

» Les résultats sont donnés par le Tableau suivant :

Bureau Central météorologique.

	a_1.	φ_1.	a	φ_2.	a_3.	φ_3.	a_4.	φ_4.	a_5.	φ_5.
	v	° ′	v	° ′	v	° ′	v	° ′	v	° ′
Été	17,4	95,20	26,8	196,0	5,4	155,50	9,1	349,50	1,6	34,40
Automne....	25,4	184,0	37,4	217,40	10,5	5,30	9,7	20,30	4,3	170,30
Hiver.......	45,0	222,10	21,3	204,20	7,1	41,40	6,4	354,43	3,8	167,50

Tour Eiffel.

	v	° ′	v	° ′	v	° ′	v	° ′	v	°
Été..........	385	215,40	182	170,10	49	78,10	46	318,20	22	125,5
Automne.....	338	214,10	77	190,20	14	129,20	33	340,30	12	125,0

» Leur discussion complète supposerait connu le détail des observations

([1]) *Comptes rendus*, 24 décembre 1900.

dans lequel nous n'avons pu entrer; nous nous bornerons à deux remarques d'un caractère plus général.

» I. Considérons les amplitudes, et, pour qu'elles soient comparables, dans les séries du Bureau Central et de la Tour, reprenons, à titre d'approximation, l'hypothèse de la constance du champ, en réduisant dans le rapport des potentiels diurnes moyens aux deux stations les valeurs observées à la Tour Eiffel. Exprimons, en outre, dans chaque série, ces coefficients en fonction du plus grand d'entre eux. On obtient ainsi les valeurs suivantes qui mettent bien en évidence la séparation des deux régimes :

Bureau Central météorologique.

		a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
Été........	volts. 26,8	[0,65	1	0,20	0,34	0,06]
Automne....	37,4	[0,68	1	0,28	0,26	0,11]
Hiver.......	45,0	[1	0,47	0,16	0,14	0,08]

Tour Eiffel.

		a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
Été.........	20,4	[1	0,64	0.17	0,16	0.08]
Automne....	24,1	[1	0,23	0,04	0,09	0,04]

» II. Il est nécessaire d'aller jusqu'au cinquième terme si l'on veut avoir une représentation suffisamment exacte de l'oscillation diurne. Celle-ci est donc assez complexe, et cette complexité n'est due ni à l'insuffisance de nos moyennes, ni à la situation plus ou moins défectueuse de l'appareil collecteur; elle résulte d'une influence perturbatrice d'ordre général, car l'existence d'un maximum secondaire, vers 2^h de l'après-midi, constante en hiver et en été au voisinage du sol et que la fonction représentative n'accuse que par l'introduction des termes supérieurs au troisième, se retrouve avec la même netteté à la Tour Eiffel.

» La décomposition d'une oscillation complexe en oscillations harmoniques simples n'est évidemment qu'un procédé de calcul et ne suppose en rien l'existence réelle des ondes composantes. Cependant, parmi celles-ci, les deux premières, l'onde diurne et l'onde semi-diurne, paraissent susceptibles, en raison de leur période, de se prêter à une interprétation physique; M. Angot, dans son Mémoire sur la *Variation diurne du baromètre* (1), a donné un exemple remarquable d'une analyse de ce genre.

---

(1) *Annales du Bureau Central météorologique*, t. I, p. B. 237; 1887.

» Supposons que, dans sa loi la plus générale et dégagée de toute influence perturbatrice, l'oscillation diurne soit assez simple pour être représentée par les deux premiers termes de la formule de Fourier. Appelons *onde principale* celle que donne l'ensemble de ces deux termes, *onde perturbatrice* l'onde résultant des termes suivants. Chacune d'elles peut être figurée par une courbe limitant des aires égales de part et d'autre de l'axe des x (potentiel moyen), et l'importance relative de ces deux ondes dans la variation diurne, exactement exprimée par le rapport des aires, l'est très approximativement par le rapport des sommes des ordonnées correspondantes.

» On trouve pour les valeurs de ce rapport les nombres suivants :

Bureau Central météorologique.			Tour Eiffel.	
Été.	Automne.	Hiver.	Été.	Automne.
0,35	0,34	0,20	0,20	0,10

» L'onde perturbatrice va diminuant et l'on tend manifestement vers la loi simple que nous avons supposée. La succession des nombres de ce Tableau permet de croire qu'elle serait donnée, à très peu près, par des observations d'hiver à la Tour Eiffel ; d'après la remarque faite dans une Communication précédente, cette loi serait donc déjà suffisamment nette, au moins pendant la saison froide, dans la couche de niveau moyen située à une trentaine de mètres au-dessus du sol. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la place de l'indium dans la classification des corps simples* [1]. Note de MM. C. **Chabrié** et E. **Rengade**, présentée par M. Moissan.

« Les premiers travaux sur l'indium tendaient à faire comparer ce métal au zinc. Les analogies étaient assez nombreuses. On sait que ce métal donne des sels solubles qui précipitent par l'ammoniaque et par la potasse, que ce précipité est soluble dans un excès de potasse, mais ne l'est pas dans un excès d'ammoniaque. On sait aussi que le précipité de sulfure d'indium, produit par l'hydrogène sulfuré sur une solution d'un sel d'indium, est insoluble dans l'acide acétique et qu'il est soluble dans les acides minéraux. Ces caractères et plusieurs autres semblaient ranger l'indium à côté du zinc.

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences.

» La question parut tranchée lorsque Reich et Richter, qui ont découvert l'indium en 1863 dans les blendes de Freiberg, eurent déclaré qu'il ne forme pas d'alun, propriété qui l'éloignait de l'aluminium, dont il se rapprochait par la particularité de donner un oxyde soluble dans la potasse en excès.

» Les travaux de Winckler et de Reich et Richter sur la détermination de l'équivalent de l'indium donnèrent des nombres variant de 35,9 à 37,8. Le poids atomique était donc considéré comme voisin de 75,6.

» Depuis, en observant que la chaleur spécifique de l'indium est de 0,0565 ou 0,0574 ([1]), que le Tableau de Mendéléeff lui réserve une place dans les éléments d'un poids atomique plus élevé d'un tiers, et surtout en se basant sur le fait plus récent de la synthèse d'un alun d'indium et d'ammonium ([2]), on est convenu d'adopter pour le poids atomique le nombre $75,6 \times \frac{3}{2} = 113,4$ et d'écrire l'oxyde non plus InO mais In^2O^3 et le chlorure In^2Cl^6 (je parle du chlorure que l'on écrivait avant $InCl^2$ ([3]), car il y a d'autres chlorures).

» Il nous a semblé que la question devait être reprise à deux points de vue. D'abord il était désirable d'obtenir d'autres aluns d'indium et de métaux alcalins, celui d'ammonium préparé par Rœssler étant le seul connu jusqu'ici et ceux de potassium et de sodium n'ayant pas pu être faits par ce savant. Il était également intéressant de savoir si l'acétylacétonate d'indium pouvait être préparé facilement et s'il permettrait, par la valeur de sa densité de vapeur, de déterminer l'atomicité de l'indium.

» A. *Combinaisons du sulfate d'indium avec les sulfates de cæsium et de rubidium.* — Nous avons pris $3^{gr},14$ de sulfate de cæsium dissous dans une petite quantité d'eau chaude, et nous avons mélangé à cette solution $4^{gr},80$ de sulfate d'indium en solution aqueuse concentrée et chaude. Après refroidissement nous avons obtenu une masse homogène de cristaux du système cubique (octaèdres et cubo-octaèdres) présentant la constitution représentée par la formule $SO^4Cs^2 + (SO^4)^3In^2 + 24H^2O$.

Analyses :

I. Poids de substance...	$0^{gr},5580$;	poids de SO^4Cs^2...	$0^{gr},1548$
II. Poids de substance...	0,5384;	poids de In^2O^3....	0,1139
III. Poids de substance...	0,3465;	poids de H^2O.....	0,1152
IV. Poids de substance...	0,4318;	poids de SO^4Ba....	0,3081

([1]) Bunsen, *Pogg. Ann.*, t. CXLI, p. 1.

([2]) Rœssler, *Journ. prakt. Chem.*, 2e série, t. VII, p. 14.

([3]) On a pris la densité de vapeur de ce chlorure. Elle lui assigne la formule In^2Cl^6 (V. et C. Meyer, *Berichte für Chem. Gesell.*, p. 612; 1879).

ce qui donne en centièmes :

	I.	II.	III.	IV.	Proportions calculées pour $SO^4Cs^2 + (SO^4)^3In^2 + 24H^2O$.
Cs......	20,36	»	»	»	20,25
In......	»	17,46	»	»	17,35
H^2O....	»	»	33,24	»	33,03
SO^4....	»	»	»	29,39	29,36

» La solution aqueuse de ce composé se trouble à une température inférieure à celle de l'ébullition et donne un précipité blanc abondant, si l'on prolonge l'action de la chaleur. Le même phénomène a été observé par Rœssler avec son alun d'indium et d'ammonium.

» Le précipité se redissout immédiatement par l'addition d'un peu d'acide chlorhydrique ou sulfurique.

» Les cristaux de notre produit, laissés dans l'air sec, perdent leur transparence et deviennent friables.

» Nous avons trouvé que 100 parties d'eau dissolvent, à 16°,5, 3gr,04 de notre alun. La solution est fortement acide au tournesol. Cette solubilité est donc beaucoup plus forte que celle de l'alun d'alumine et de cæsium qui est de 0gr,38 pour 100 parties d'eau, à la température très voisine de 17°.

» Nous avons ensuite fait réagir les deux solutions chaudes et concentrées de sulfate d'indium et de sulfate de rubidium l'une sur l'autre (2gr,49 de sulfate d'indium et 1gr,28 de rubidium); le liquide obtenu, abandonné à froid dans le vide sec, a laissé déposer des cristaux très nets d'alun d'indium et de rubidium, en octaèdres transparents. Leur solution chauffée se trouble et donne un précipité assez abondant.

» La composition centésimale correspond à la formule $SO^4Rb^2 + (SO^4)^3In^2 + 24H^2O$.

» B. *Acétylacétonate d'indium.* — Nous avons précipité 20gr de sulfate d'indium en solution par l'eau de baryte, en évitant de mettre un excès d'eau de baryte, afin que l'acétylacétone ne puisse pas donner d'acétylacétonate de baryte. Le précipité blanc obtenu contenait le sulfate de baryte, poudre inerte, et l'oxyde d'indium.

» Le précipité, séché à l'air puis lavé à l'alcool absolu, a été soumis à l'action de l'acétylacétone (10gr) et de l'alcool absolu (200gr) au bain-marie pendant huit heures dans un appareil à reflux. On a ensuite filtré à chaud, et la solution alcoolique de couleur jaune a été laissée s'évaporer spontanément dans le vide.

» Nous avons ainsi obtenu des cristaux présentant la forme de prismes hexagonaux aplatis et répondant, pour leur constitution, à la formule $[(CH^3 - CO)^2 = CH]^6In^2$, qui est celle prévue pour l'acétylacétonate d'indium.

» *Analyses :*

I. Poids de substance ... 0gr,26 Poids de In^2O^3......... 0gr,0872

II. » ... 0,2793 Poids de CO^2.......... 0,4446

Poids de H^2O 0,1313

ce qui donne en centièmes

	I.	II.	Proportions calculées pour $[(CH^3-CO)^2=CH]^6In^2$.
In	27,60	»	27,65
C................	»	43,40	43,85
H................	»	5,22	5,11
O (par diff.).......	23,70	»	23,39

» Ce composé fond à 183°. Entre 260° et 280° il se sublime lentement et se décompose à 280° en dégageant l'odeur d'acétylacétone et en laissant un résidu appréciable.

» La substance paraît insoluble dans l'eau, même bouillante, mais elle s'y dissout en présence d'alcool ou d'un acide. Elle se dissout facilement dans l'alcool bouillant, tandis que l'alcool froid ne la dissout presque pas.

» L'acide azotique concentré dissout rapidement l'acétylacétonate d'indium sans décomposition apparente à froid; à chaud, l'attaque est rapide.

» *Conclusions.* — Nous avons donc pu obtenir des aluns d'indium et de deux des métaux alcalins bien caractérisés, le cæsium et le rubidium. Ces faits, ajoutés à ceux observés par d'autres chimistes dont nous avons parlé plus haut, nous paraissent suffisants pour rapprocher définitivement l'indium des métaux capables de donner des sesquioxydes, et il nous semble que la propriété de son hydrate d'être soluble dans les alcalis le rapproche plus de l'alumine que du fer.

» Il est enfin digne de remarque que l'acétylacétonate d'indium, si bien défini et si nettement cristallisé, ne soit pas volatil et ne puisse servir à déterminer son atomicité. Ce dernier fait rapproche l'indium du fer et l'éloigne de l'aluminium, dont l'acétylacétonate est volatil sans décomposition. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du nitrate d'uranium.* Note de M. **Œchsner de Coninck** (¹).

« J'ai déterminé les densités de quelques solutions du nitrate d'uranium dans l'alcool méthylique du commerce, pur et rectifié, et dans l'acide acétique pur, de densité = 1,035; j'ai examiné la stabilité, vis-à-vis de la lumière solaire diffuse, des principales solutions du même sel; j'ai mesuré

(¹) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

sa solubilité dans l'alcool méthylique commercial, dans l'alcool éthylique à 85°, dans l'acétone régénérée du bisulfite, et dans l'acide acétique pur.

Densités des solutions du nitrate d'uranium dans l'alcool méthylique du commerce.

Températures.	Quantités pour 100 de sel dissous.	Densité par rapport à CH^3OH.	Densité par rapport à l'eau.
+11°	1	1,0084	0,8902
+12,9	2	1,0125	0,8938
+12,2	3	1,0198	0,9003
+10,7	4	1,0272	0,9068
+12,8	5	1,0317	0,9108

Densités des solutions du nitrate d'uranium dans l'acide acétique ($d = 1,055$).

Températures.	Quantités pour 100 de sel dissous.	Densité par rapport à $C^2H^4O^2$.	Densité par rapport à l'eau.
+14°	1	1,0034	1,0387
+13,8	2	1,0080	1,0434
+14,8	3	1,0100	1,0469
+16,9	4	1,0148	1,0505
+14,6	5	1,0205	1,0564
+10,4	6	1,0265	1,0626
+11,7	7	1,0300	1,0662

« *Stabilité des solutions du nitrate d'uranium vis-à-vis de la lumière.* — Les solutions aqueuses de nitrate d'uranium ne se décomposent qu'à la longue, en lumière diffuse; lorsque ces solutions sont acidifiées par l'acide chlorhydrique, ou par l'acide acétique, elles acquièrent une grande stabilité.

» Les solutions du même sel dans l'alcool méthylique du commerce et dans l'alcool éthylique étendu sont très peu stables. Exposées à la lumière solaire diffuse, elles ne tardent pas à laisser déposer de l'oxyde noir d'uranium. Il y a là un mode de formation intéressant de cet oxyde, et que l'on pourrait peut-être utiliser pour sa préparation.

» *Solubilité du nitrate d'uranium dans l'alcool méthylique du commerce, pur et rectifié.* — Les expériences ont été faites aux températures de +11°, +11°,8, +12°,6; j'ai trouvé, comme résultat moyen, que 1 partie de nitrate d'uranium, desséché vers 90° pendant cinq heures, se dissout dans 55 parties de l'alcool méthylique employé (1).

---

(1) Avec un autre échantillon d'alcool méthylique du commerce, pur et rectifié,

» *Solubilité dans l'alcool éthylique à* 85°. — Les expériences ont été faites aux températures de +13°, +12°,7, +12°,9; j'ai trouvé que 1 partie de nitrate d'uranium, desséché vers 90°, se dissout dans 30 parties de l'alcool éthylique employé (moyenne de trois expériences).

» *Solubilité dans l'acétone très pure.* — Les expériences ont été faites aux températures de +11°,9 et +12°,2; 1 partie de nitrate d'uranium, desséché vers 90°, se dissout dans 65 parties d'acétone régénérée du bisulfite (résultat moyen).

» *Solubilité dans l'acide acétique pur* ($d = 1,035$). — Les expériences ont été faites aux températures de +14° et +14°,5; 1 partie de nitrate d'uranium, desséché vers 90°, se dissout dans 5,6 parties de l'acide acétique employé (moyenne de deux expériences). »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Forme cristalline du chlorosulfate et du chlorosééniate lutéocobaltiques.* Note de M. T. KLOBB, présentée par M. A. Haller.

« Au cours d'un travail précédent [1], j'avais examiné la forme des cristaux de chlorosulfate lutéocobaltique

$$(Co, 6AzH^3)SO^4, Cl + 3H^2O$$

et, bien que la netteté des images permît d'obtenir d'excellentes mesures, le genre de symétrie n'apparaissait pas très clairement. Projetés sur leur base p, les cristaux ont la forme d'un prisme droit pour lequel les premières mesures avaient donné $pm = 90°$ et $mm = 90°$. Les huit angles du prisme sont tronqués par une face octaédrique (1, 2, 3, 4, ...), tandis que quatre angles seulement portent en même temps d'autres troncatures bien développées (9, 10, ...). Si ces faces 9 et 10 se répétaient à la partie inférieure du cristal en position alterne, on pourrait les considérer comme appartenant à un tétraèdre quadratique, avec p comme base, m comme faces verticales du prisme; 1, 2, 3, 4, ... représenteraient l'octaèdre a^1, tandis que 9, 10, ... recevraient la notation $a^{\frac{1}{2}}$. Mais il n'en est rien, ces faces étant parallèles entre elles deux à deux. De plus, en examinant en lumière convergente un cristal taillé parallèlement aux faces p, on voit la figure d'inter-

---

j'ai trouvé que 1 partie de nitrate d'uranium, vers 12°, se dissolvait dans 60 parties de l'alcool. Cette différence dans les solubilités tient à ce que les deux échantillons employés ne renfermaient pas les mêmes proportions d'acétone et d'acétate de méthyle.

(1) *Recherches sur les combinaisons ammonio-cobaltiques* (*Thèse de diplôme supérieur de pharmacie,* Nancy).

férence caractéristique des cristaux biaxes. J'avais donc conclu que la forme primitive était probablement un prisme rhombique assez voisin du prisme à base carrée pour que l'angle *mm* se confonde presque avec un angle droit.

» J'ai repris cette détermination en choisissant tout particulièrement des cristaux dans lesquels les quatre incidences de la zone *mm* étaient mesurables, de manière à fixer la valeur de cet angle *mm* avec le plus de précision possible. J'ai trouvé ainsi que, si, en effet, cet angle est exactement de 90° dans un grand nombre de cristaux, il varie au plus d'une dizaine de minutes de part et d'autre de cette valeur moyenne. Des variations du même ordre existent d'ailleurs sur les autres angles dièdres du cristal, ainsi que dans la plupart des corps cristallisés, où souvent les écarts sont beaucoup plus grands. Mais comme sur tous les cristaux de chlorosulfate que j'ai mesurés les faces 9 et 10 se trouvaient dans l'angle *mm* aigu, et jamais dans l'angle obtus, il en résulte que la symétrie est nettement rhombique et que l'angle du prisme a pour valeur moyenne 90° 05′. Dès lors, 9 et 10 deviennent des faces $e^{\frac{1}{2}}$; 3 et 4 prennent la notation a^1 et sont cristallographiquement différentes des faces 1 et 2 ou e^1, bien qu'à peu près également inclinées sur la base.

» Pour fortifier ces conclusions, j'ai préparé le *chlorosélénіate* lutéocobaltique

$$(\mathrm{Co}, 6\mathrm{AzH}^3)\mathrm{SeO}^4, \mathrm{Cl} + 3\mathrm{H}^2\mathrm{O}$$

qui devait être isomorphe avec le précédent. L'isomorphisme est tellement parfait que non seulement il n'apparaît pas de faces nouvelles, mais que les faces correspondant au chlorosulfate ont à peu près les mêmes incidences et le même développement relatif. Toutefois, sur tous les cristaux examinés, les faces 9 et 10, contrairement à ce qui se passe avec le chlorosulfate, sont placées dans l'angle *mm* obtus, ce sont donc des $a^{\frac{1}{2}}$; en outre, la moyenne calculée pour l'angle *mm* n'est plus que de 90° 04′ 30″. Voici maintenant les données particulières à chacun des deux sels.

» *Chlorosulfate.* — Relation axiale :

$$a = 0{,}99855, \qquad b = 1, \qquad c = 1{,}0538.$$

» Faces observées :

p.	m.	e^1.	a^1.	e^2.	$b^{\frac{3}{4}}$.
(001)	(110)	(101)	(011)	(201)	(223)

	Angles observés.	Angles calculés.
	° ′	° ′
mm^*	90.05	»
$pe^{\frac{1}{2}}$*	115.23	»
$e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}$	129.09	129.14
a^1m	120.55	120.55
$e^{\frac{1}{2}}m$	129.40	129.42
$e^{\frac{1}{2}}a$	107.12	107.09
$pb^{\frac{3}{4}}$	135.04	135.10
pe^1	133.23	133.30
pa^1	133.23	133.28

» Lorsque le sel cristallise rapidement, les cristaux se présentent sous la forme d'aiguilles formées par les faces du prisme, allongées suivant l'axe vertical et portant les troncatures $e^{\frac{1}{2}}$, a^1 à leurs extrémités. La face e^1 est plus rare et mal développée. Exceptionnellement, on la rencontre lors de la préparation du chlorure lutéocobaltique ([1]) lorsque, par suite de la présence d'une petite quantité de sulfate dans les matières premières, il se produit du chlorosulfate.

» Par évaporation lente à froid, $e^{\frac{1}{2}}$ et a^1 deviennent prépondérants.

» Enfin, la facette $b^{\frac{3}{4}}$ n'a été trouvée que sur trois cristaux qui s'étaient déposés au bout d'un temps très long dans une solution chargée d'un excès de sulfate d'ammoniaque. Elle était d'ailleurs difficile à mesurer en raison de sa petitesse.

» *Chlorosélénіate.* — Relation axiale :

$$a = 0,99869, \qquad b = 1, \qquad c = 1,0563.$$

» Faces observées :

p.	m.	e^1.	a^1.	$a^{\frac{1}{2}}$.
(001)	(110)	(101)	(011)	(021)

	Angles observés.	Angles calculés.
	° ′ ″	° ′
mm^*	90.04.30	»
$pa^{\frac{1}{2}}$*	115.18	»
$a^{\frac{1}{2}}a^{\frac{1}{2}}$	129.34	129.24
$a^{\frac{1}{2}}a^1$	161.56	161.54
pa^1	133.20	133.24
pe^1	133.19	133.26
a^1a^1	93.17	93.12

([1]) *Loc. cit.*

» L'aspect habituel des cristaux est le même qu'avec le chlorosulfate, cependant les faces *m* sont souvent très réduites par suite du développement excessif de la zone p, a^1, $a^{\frac{1}{2}}$.

» L'addition de divers corps étrangers tels que acides chlorhydrique, sulfurique ou sélénique, sels ammoniacaux, ou ammoniaque, sulfates métalliques, glucose, glycérine, ne provoque l'apparition d'aucune face nouvelle.

» Bien peu de substances ont pour forme fondamentale un prisme si voisin du prisme quadratique. On peut cependant citer un dérivé $C^{22}H^{22}S^3$ dans lequel $mm = 90°08'$ et le tartrate double d'antimoine et de thallium, encore moins orthorhombique, $mm = 90°03'$ (Rammelsberg, *Handbuch Kryst. physik. Chemie*). »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'osmose des liquides à travers une membrane de vessie de porc* (1). Note de M. G. **Flusin**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré dans une précédente Communication (2) que le sens et la vitesse de l'osmose des liquides à travers une membrane de caoutchouc vulcanisé dépendaient de la capacité d'absorption de la membrane pour ces liquides. Il y avait lieu de vérifier, avec les méthodes et l'appareil décrits, si la même relation subsiste lorsqu'on emploie comme diaphragme la vessie de porc.

» Je me suis encore servi, pour déterminer la vitesse d'osmose, de l'osmomètre de M. Raoult, à deux compartiments séparés par la membrane et munis de tubes mesureurs horizontaux. L'un des compartiments est constamment rempli avec de l'alcool éthylique absolu et l'autre avec le liquide en expérience. J'ai en effet constaté que, de tous les corps sur lesquels j'ai expérimenté, c'est l'alcool éthylique qui passe le moins facilement à travers la vessie de porc; par suite, pour chacun de ces liquides, l'osmose apparente se produit toujours vers l'alcool éthylique, bien qu'une petite quantité de ce dernier traverse le diaphragme en sens inverse.

» Les déterminations ont été, autant que possible, faites avec la même membrane, préablement dégraissée par un long séjour dans l'éther et conservée dans l'alcool entre chaque expérience; il y a d'ailleurs accord sensible entre les résultats fournis par différents morceaux d'une même vessie. Les liquides étaient soigneusement purifiés, car de légères impuretés influent sur la vitesse d'osmose.

» J'ai déterminé d'autre part, au moyen de la méthode que j'ai déjà employée (3),

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1497.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXVI, et *Annales de l'Université de Grenoble*, t. XII, p. 929.

le volume de chaque liquide absorbé par un poids connu de membrane, au bout d'un séjour de cinq minutes dans ce liquide.

» Dans le Tableau suivant, sont consignés :

» 1° Les vitesses d'osmose, en millimètres cubes, par heure et par décimètre carré de membrane, à la température de 12°;

» 2° Les volumes, en centimètres cubes, de liquide absorbé par 100gr de vessie, au bout de cinq minutes, à la même température.

Substances.	Vitesses d'osmose.	Capacités d'absorption.
1. Eau	4674	121,9
2. Alcool méthylique	1748	28,7
3. Alcool amylique	646	7,2
4. Acétate d'amyle	532	6,8
5. Chloroforme	456	5,5
6. Benzine	266	5,0
7. Oxyde d'éthyle	0	3,2
8. Alcool éthylique		3,0

» On voit qu'ici encore les vitesses d'osmose et les capacités d'absorption varient de la même manière; avec la vessie de porc comme avec le caoutchouc vulcanisé, la différence d'affinité de la membrane pour les deux liquides avec lesquels elle est en contact semble déterminer le sens et l'intensité de l'osmose. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Action anticoagulante des injections intraveineuses de lait d'une espèce animale, sur le sang des animaux de même espèce*. Note de M. **L. Camus**, présentée par M. Bouchard.

« J'ai montré précédemment (¹) que le lait de vache frais et écrémé après centrifugation peut déterminer en injection intravasculaire l'incoagulabilité du sang. C'est indirectement, c'est-à-dire à la suite d'une réaction de l'organisme, que se manifeste cette propriété du lait. Mélangé *in vitro* au sang, le lait active quelquefois la coagulation, mais ne l'empêche jamais de se produire. Cette étude de l'influence du lait sur la coagulation du sang n'a certes pas apporté la solution de la question fort complexe du mécanisme de la formation des substances anticoagulantes, mais elle a cependant fourni quelques renseignements qui pourront contribuer à cette solution.

(¹) L. Camus, *Action des injections intraveineuses de lait* (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* t. LII, p. 787; 1900).

» Dans la recherche, en particulier, du rapport qui peut exister entre l'action anticoagulante indirecte de certains liquides et la présence, dans ces liquides, de lysines, l'étude du lait peut présenter quelque intérêt.

» On sait le rôle important que l'on a attribué aux lysines dans le mécanisme de l'incoagulabilité. L'action anticoagulante indirecte ne serait que le résultat d'une action de lysine sur les globules blancs, le foie n'interviendrait plus que secondairement pour retenir les substances coagulantes mises en liberté et laisser subsister seulement dans la circulation les substances anticoagulantes.

» Cette ingénieuse hypothèse, qui ne peut rendre compte de l'action anticoagulante de la peptone bouillie, ne peut pas davantage expliquer l'action anticoagulante indirecte produite par les injections de lait bouilli ou stérilisé, car les lysines, et c'est là un de leurs principaux caractères, sont détruites à une température assez basse, en général voisine de 55°.

» Récemment, tout en confirmant mes résultats expérimentaux relatifs à l'action anticoagulante indirecte du lait frais de vache sur le sang de chien, Delezenne ([1]) a apporté, à l'appui de l'hypothèse que je viens de rappeler, des expériences complémentaires très suggestives, surtout au point de vue théorique général. Pour cet auteur, l'action anticoagulante indirecte du lait de vache sur le sang de chien tient à ce que ce lait provient d'une espèce étrangère, et cette action anticoagulante ne se manifesterait pas quand on injecte au chien du lait de chienne. Enfin, la chienne en lactation serait réfractaire à l'action des injections intraveineuses de lait.

» Il est parfaitement évident qu'on a surtout chance d'injecter des lysines quand on injecte un liquide ou un produit de sécrétion d'une espèce différente, mais on devait aussi se demander si le lait de chienne, très différent du lait de vache, comme l'on sait, et par sa réaction et par sa composition chimique, ne se trouve pas être inactif, en vertu d'une différence de composition plutôt que pour un motif d'origine ou d'absence de lysine.

» Quoi qu'il en soit, j'ai eu l'occasion de reprendre cette question et, par un certain nombre d'expériences, j'ai pu me convaincre que, relativement à l'action anticoagulante indirecte sur le sang de chien, le lait de chienne ne présente pas de différence essentielle avec le lait de vache. Les

---

([1]) Delezenne, *Treizième Congrès international de Médecine, Section de Physiologie*, Paris, août 1900.

chiens sont sensibles aux injections de lait de chienne, comme ils le sont à celles de lait de vache. Toutefois, je ferai remarquer ici, comme je l'ai déjà fait à propos du lait de vache, que tous les chiens ne sont pas sensibles aux injections de lait; certains sont complètement réfractaires et la plupart ne sont que faiblement sensibles.

» C'est, je pense, à cette faible sensibilité en même temps qu'à un nombre trop restreint d'expériences que doit être attribué le résultat négatif annoncé par Delezenne.

» Mes expériences ont été faites en suivant les indications que j'ai déjà données à propos des injections de lait de vache, j'ai toujours employé du lait frais écrémé après centrifugation et les doses injectées ont varié de $2^{cc},5$ à 5^{cc} par kilogramme d'animal; l'injection a été poussée brusquement dans la veine fémorale et le sang a été recueilli par l'artère voisine, en même temps que l'inscription de la pression sanguine était donnée par l'artère symétrique. Un mélange de sang et de lait, fait avant chaque injection, permettait de constater que le lait ne possède pas d'action anticoagulante directe, mais qu'il active plutôt la coagulation du sang.

» Ainsi donc, le chien est certainement sensible aux injections intraveineuses de lait de chienne : cela résulte d'un ensemble d'expériences dont je publierai prochainement le détail et, en particulier, d'une expérience où l'incoagulabilité absolue s'est produite ([1]). Le caractère positif de cette dernière expérience ne laisse place à aucune erreur d'observation, et à elle seule elle suffirait à infirmer les conclusions de toutes les expériences négatives qui pourraient lui être opposées.

» L'action du lait de chienne sur le sang de chien n'a rien en soi de décevant, ni même de très surprenant; elle nous montre, au contraire, une analogie de plus dans l'action des produits de sécrétion et des extraits d'organes. Contejean ([2]) a, en effet, le premier indiqué que l'injection d'extraits d'organes de chien peut déterminer l'incoagulabilité du sang chez le chien.

» Sur mes tracés de la pression sanguine, on constate que les injections de lait sont suivies d'une baisse notable de la pression sanguine; c'est l'effet bien connu qui peut apparaître à la suite de l'injection de n'importe quelle

---

([1]) Dans cette expérience, il n'y a pas eu séparation du plasma après vingt-quatre heures, contrairement à ce qui se produit si souvent dans l'incoagulabilité qui succède aux injections de peptone.

([2]) Ch. Contejean, *Action anticoagulante des extraits d'organes* (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 10e série, t. III, p. 752; 1896).

substance anticoagulante indirecte. Si, comme cela est admis aujourd'hui, il n'y a pas de rapport à établir entre l'incoagulabilité et la baisse de la pression, il est intéressant, cependant, de noter que c'est dans l'expérience où la baisse de la pression sanguine a été la plus grande que l'action anticoagulante a été la plus marquée. Ici aussi, comme dans le cas des injections de peptone, le sang peut être encore incoagulable après le retour à la normale de la pression sanguine.

» Quant à la question de l'insensibilité de la chienne en lactation aux injections de lait, je n'ai pas actuellement d'expériences qui me permettent de la résoudre, mais je crois à propos de faire remarquer que cette question n'a peut-être pas l'importance théorique qu'on a voulu lui attribuer, et que pour la résoudre on sera entraîné à multiplier considérablement les expériences, si elles ne sont pas suivies de résultats positifs. Si, en effet, l'état réfractaire existe pour la chienne qui nourrit, il se peut que cela tienne uniquement à l'état particulier bien connu du foie de l'animal en lactation. Le foie, dans cet état physiologique particulier, peut être, d'une façon générale, moins apte à la formation de substances anticoagulantes, et cela sans préjuger du mécanisme de la formation des substances anticoagulantes. En tenant compte de cette remarque et du peu de sensibilité de bon nombre de chiens normaux aux injections de lait, il me semble prématuré d'admettre actuellement, si séduisante que soit l'idée théorique, que la chienne dont la glande mammaire fonctionne se trouve, du fait de ce fonctionnement glandulaire, immunisée contre l'action anticoagulante des injections de lait. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Formule cytologique des sérosités normales de la plèvre et du péritoine du bœuf.* Note de MM. **J. Sabrazès** et **L. Muratet**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons publié, le 21 octobre et le 11 novembre 1900, dans la *Gazette hebdomadaire des Sciences médicales de Bordeaux*, le résultat de nos recherches sur la formule histologique des liquides séreux, contenus normalement dans la plèvre et dans le péritoine du bœuf et de divers autres animaux domestiques (cheval, mouton). Il est facile de recueillir ces liquides à l'état de pureté chez ces animaux au moment de l'abatage. La centrifugation immédiate permet d'éviter un certain nombre de causes d'erreur dans la numération des éléments cellulaires, inhérentes à la

coagulation. De nos protocoles d'expériences (au nombre de dix-huit) il ressort que les éléments histologiques de sérosités pleurales et péritonéales ne proviennent pas d'hémorragies accidentelles. En effet, à l'inverse de ce que nous avons constaté dans le sang, la proportion des leucocytes y est énorme par rapport au nombre des hématies.

» Les lymphocytes ont parfois dans ces sérosités un pourcentage plus bas que dans le sang, mais leur nombre absolu y est plus élevé. La proportion des leucocytes polynucléés neutrophiles, et surtout celle des éosinophiles, est très considérable dans les liquides séreux.

» Les lymphocytes, les leucocytes polynucléés neutrophiles, les éosinophiles ne se différencient pas de ceux du sang. Les grands lymphocytes y sont toutefois un peu plus nombreux.

» Les granulations neutrophiles des polynucléés se colorent moins bien.

» Parmi les éosinophiles les formes à noyau rond ne sont pas rares. Nous n'avons trouvé de mastzellen qu'une seule fois et en très petit nombre dans le liquide pleural; nous n'en avons pas rencontré non plus dans la sérosité péritonéale du cobaye. Dans plusieurs cas (péritoine du bœuf) nous avons noté la présence de bactéries englobées dans quelques leucocytes polynucléés bien que les animaux fussent absolument sains. Le nombre des cellules endothéliales s'est montré extrêmement variable. Ces cellules sont assez facilement reconnaissables quand elles adhèrent les unes aux autres et se présentent par petits groupes. Dans ce cas, on peut observer des leucocytes polynucléés neutrophiles et des éosinophiles qui émergent à travers leur trame ou leur sertissure. Mais quand les cellules endothéliales sont à l'état dissocié, elles se différencient à grand'peine des autres éléments mononucléaires (grands leucocytes mononucléés, grands lymphocytes).

» Parmi ces divers éléments mononucléés, il en est qui mesurent 18 à 20 μ de diamètre et dont le noyau, ovalaire, pauvre en chromatine, est entouré d'une large bordure protoplasmique au sein de laquelle on peut voir des vacuoles, des débris nucléaires de leucocytes neutrophiles et des reliquats de cellules éosinophiles englobés : ce sont là des macrophages qui témoignent par leurs inclusions de l'existence d'un processus de leucocytolyse se produisant normalement dans les séreuses.

» Nous avons vu enfin, comme M. Ranvier, qui a eu le mérite de bien étudier, le premier, les éléments anatomiques de la sérosité péritonéale de divers animaux (*Comptes rendus*, 1890-1891), qu'il existe toujours quelques globules rouges dans ces sérosités. Les numérations comparatives des glo-

bules rouges et blancs du sang circulant, des globules rouges et dee éléments histologiques de la sérosité péritonéale du bœuf nous ont donné les moyennes suivantes :

	Sang.			Sérosité péritonéale.		
Hémoglobine...	98 %				»	
Gl. rouges......	6.190.933	(par mmc)				3130 (par mmc)
Gl. blancs......		3153 (id.)				14916 (id.)
Lympho........	41 %	1622 (id.)			19 %	3236 (id.)
Grands Mono...	1,64 %	47 (id.)	cellules endoth. grands lymph. formes de trans.		30 %	4600 (id.)
Poly. *n*........	40 %	1490 (id.)			24 %	3536 (id.)
Eosino.........	14 %	344 (id.)			20 %	3526 (id.)

» Dans les séreuses normales il y a donc une sorte de concentration des éléments leucocytaires : les polynucléés neutrophiles et éosinophiles s'y trouvent accumulés en grand nombre, soit fixés sur les parois (clasmatocytes de Ranvier) soit libres dans la sérosité; ces leucocytes sont associés dans le liquide séreux à des lymphocytes et à des macrophages de diverses provenances (grands mononucléés, cellules endothéliales, etc.).

» Les séreuses ne sont donc pas seulement destinées à faciliter les glissements des organes qu'elles enveloppent; elles représentent des appareils de protection et de défense contre les infections et les intoxications. Ce rôle définitif, si manifeste déjà dans les conditions normales, devient beaucoup plus évident dans les conditions pathologiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Du sérum musculaire.* Note de M. **Charles Richet**, présentée par M. Marey.

« Si l'on comprime de la chair musculaire au moyen d'une forte presse, on obtient un liquide rouge, riche en matières protéiques. J'ai montré (*Comptes rendus*, 26 février 1900) que ce liquide, ingéré par les chiens, les guérissait définitivement de la tuberculose inoculée, pourvu que la dose ingérée fût suffisante, soit de 20^{cc} par kilogramme d'animal. Avec l'aide de J. Héricourt et A. Perret, j'ai poursuivi l'étude chimique et physiologique de ce produit.

» Je propose de l'appeler *sérum musculaire* ou *myosérum*, puisque aussi bien le plasma musculaire de Kühne se dédouble par coagulation en myo-

sine insoluble et en sérum. Les études de Halliburton et autres auteurs portent presque exclusivement sur le plasma.

» Avec une forte presse (25^{kg} par centimètre carré), on peut obtenir par première expression, en opérant avec de la viande de bœuf, environ 33 pour 100 de liquide. Encore doit-on procéder avec lenteur. Jamais on ne peut dépasser, même par plusieurs compressions successives, le chiffre de 40 pour 100. Avec la viande congelée, on obtient sans peine 50 pour 100.

» Ce sérum musculaire filtre comme de l'eau, à travers le papier, malgré sa richesse en albuminoïdes; et cette facilité de filtration permet de l'avoir immédiatement privé de graisses et de tout élément morphologique.

» Avec la chaleur ou l'acide nitrique il se coagule en masse. La coagulation par la chaleur commence, vers 48°, par un léger trouble à peine apparent, se traduisant seulement par une filtration plus difficile. A 58°, la coagulation est presque complète; mais elle n'est totale qu'à 80°. Le point de congélation est — 0°,6 ou — 0°,7. La densité varie entre 1028 et 1040; en moyenne 1033.

» La réaction, si l'on a employé de la viande fraîche, est amphotérique, ou d'alcalinité trop faible pour être dosée. Avec $0^{gr},5$ par litre de SO^4H^2, pas de trouble apparent; mais déjà à $0^{gr},75$ de SO^4H^2 par litre, il y a un commencement de coagulation. Au contraire, l'acide acétique, même à 2 pour 100, ne détermine pas de coagulation (immédiate). Mais l'acide acétique à cette dose a déjà modifié profondément les propriétés du sérum musculaire; car l'addition d'une solution de chlorure de calcium à 2 pour 100, qui dans le liquide non acidifié ne produit aucun effet, détermine aussitôt dans le liquide acidifié une coagulation en masse. Sans addition d'acide, ni le chlorure de sodium ni le sulfate de magnésie ne précipitent les albumines du sérum musculaire; il n'y a guère parmi les sels alcalins ou alcalino-terreux que le sulfate d'ammoniaque qui ait cet effet.

» La constitution chimique du myosérum est la suivante (pour 1000^{gr}) :

Extrait sec	67,10	
Cendres	8,9	
Azote total	10,50	
Azote des albuminoïdes		8,05
Azote des matières azotées solubles dans l'alcool à chaud		2,52

» Ce chiffre d'azote albuminoïde répond à $48^{gr},3$ de matière albuminoïde. Dans une autre expérience nous avons trouvé 52^{gr} (par pesée).

» Les cendres ont la composition suivante :

	gr
P^2O^5	3,15
K^2O	2,72
Na^2O	0,70
Cl	0,90
SO^3	0,15
Autres substances non dosées (surtout CaO)	1,28

» Il existe des traces de glucose.

» Une des matières albuminoïdes est une hémoglobine qui présente tous les caractères de l'hémoglobine du sang. Elle rougit avec l'oxygène, noircit par le passage d'un courant de CO^2 ou d'hydrogène. A 40° le changement de coloration est immédiat. Si le sérum est abandonné à lui-même, par suite des oxydations qui se produisent, l'oxygène disparaît et la liqueur devient d'un noir brunâtre foncé, en une ou deux heures, selon la température, après l'extraction.

» En comparant le pouvoir colorant du myosérum à celui d'une solution d'hémoglobine, nous pouvons évaluer à environ 1^{gr} par litre la quantité de cette matière colorante rouge (myohématine?).

» Le sérum musculaire est très facilement altérable. Même à 0°, en quelques jours, il est putréfié. En été, à la température extérieure, en une ou deux heures, il s'est déjà altéré. C'est un fait important à connaître, car les légers accidents parfois observés après ingestion de ce sérum ne sont attribuables qu'à ce commencement très rapide de putréfaction.

» Injecté dans la veine ou sous la peau, à la dose de 5^{cc} par kilogramme d'animal, le sérum musculaire produit un abaissement considérable de pression artérielle et un état de demi-stupeur et de coma qui se termine en vingt-quatre ou quarante-huit heures, quelquefois même au bout de quelques heures, par la mort de l'animal. Vomissements, diarrhée sanguinolente et ténesme rectal intense. A l'autopsie, les intestins et le foie sont extrêmement congestionnés : souvent même la congestion est telle qu'il y a des hémorragies péritonéales et des ruptures de vaisseaux dans le foie. Le sang est coagulable. Pas de lésions apparentes des reins, ni hémoglobinurie, ni albuminurie.

» Des doses de 3^{cc} par kilogramme peuvent même, dans certains cas, amener la mort, mais plus tardivement : en général, la dose de 3^{cc} est tolérée, mais c'est la limite (moyenne de vingt-cinq expériences).

» Il est presque inutile d'ajouter qu'après coagulation par la chaleur le sérum est devenu absolument inoffensif, même à la dose de 30^{cc} par kilogramme.

» Il est remarquable de voir qu'un produit alimentaire, comme le sérum musculaire, possède une action toxique aussi intense. Il faut donc admettre que la digestion stomacale ou, mieux encore, l'assimilation hépatique détruisent, en les modifiant, les toxines actives qu'il contient. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Indices de matières organiques, révélés, grâce à l'emploi de la méthode à l'hydrate de baryte, dans certaines eaux minérales*. Note de M. F. **Garrigou**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Note précédente [1], j'ai montré que l'hydrate de baryte ajouté, à la source même, à une eau minérale, précipitait tous les oxydes métalliques contenus dans cette eau, oxydes qu'il était facile de séparer et d'étudier. Ce n'est pas le seul avantage de cette réaction spéciale; elle peut fournir encore d'autres indications précieuses.

» En effet, si après avoir traité l'eau minérale par l'hydrate de baryte, nous la laissons se clarifier, et que nous décantions le liquide, nous pouvons faire sur lui des lavages à la benzine, à l'éther de pétrole, au chloroforme, en prenant pour chaque opération une quantité nouvelle d'eau.

» Ces lavages successifs fournissent des substances curieuses à étudier, mais rarement en quantités notables.

» C'est ainsi que le lavage à la benzine m'a donné :

» 1° Pour Barèges, source du Tambour (10 litres), une assez abondante quantité de substance grasse;

» 2° Pour la source de Royat (Saint-Mart; 10 litres) une très petite quantité de matière organique présentant, au microscope, des réactions la rapprochant des alcaloïdes;

» 3° Pour la source de Châteauneuf (*id.*);

» 4° Pour la source de Salies, à Bagnères-de-Bigorre (*id.*);

» 5° Pour la source Perrière, de la Bourboule (*id.*).

» Lorsque après avoir séparé le précipité obtenu par l'hydrate de baryte on le dessèche et on le calcine, ce précipité brunit en se charbonnant et cela pour un grand nombre de sources. Il contient donc des matières organiques : probablement des acides, précipitables par le réactif.

» Le liquide barytique, traité par l'acide sulfurique en excès pour précipiter la baryte, devenu limpide, décanté, mis à évaporer et calciné, fournit un résidu légèrement carbonisable.

» Lorsque après décantation du liquide acide (par l'acide sulfurique) nous en prenons une portion (10^{lit}), et que nous la traitons par le nitrate d'argent, il se fait un précipité de chlorure, bromure et iodure d'argent

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 26 novembre 1900.

qui, repris par l'ammoniaque pour chercher à dissoudre les chlorure et bromure d'argent et les séparer de l'iodure, brunit instantanément et même noircit, comme cela arrive en présence d'une matière organique apte à réduire les sels d'argent.

» Lorsque, après avoir fait passer, dans la liqueur d'où se sont séparés les trois haloïdes argentiques, un courant d'acide sulfhydrique pour précipiter l'excès de nitrate d'argent, on laisse ce liquide au repos et qu'après clarification on décante une certaine quantité de ce liquide, supposé ne plus contenir que les terres alcalines et les alcalis de l'eau minérale étudiée, si l'on pousse l'évaporation jusqu'à siccité et qu'on calcine avec précaution le résidu sec, on le voit encore brunir et se charbonner légèrement. Il contient donc encore une matière organique qui avait échappé à toutes les opérations précédentes.

» En me résumant, je dirai que, grâce à la simplification qui permet le traitement d'une eau minérale à la source même par l'hydrate de baryte, on obtient une série de matières organiques variées :

» 1° Des acides formant des sels barytiques insolubles;

» 2° Des matières que l'hydrate de baryte laisse ou met en liberté, matières grasses d'une part, et substances se comportant comme des alcaloïdes de l'autre;

» 3° Un acide qui semble se laisser expulser de ses combinaisons naturelles par l'acide sulfurique;

» 4° Des substances que précipite le nitrate d'argent, en même temps que les trois haloïdes : probablement celles du 3°;

» 5° Enfin une substance neutre qui reste dans les dernières portions du liquide primitif avec les terres alcalines et les alcalis.

» Dans les eaux minérales que j'ai examinées, j'ai ainsi constaté la présence de quatre matières organiques différentes, grasses, alcaloïdiques, acides et indifférentes.

» Ces résultats sont concordants avec ceux que la dialyse m'avait déjà fournis, pour la première fois, en 1875 (1) en me permettant de retrouver dans les eaux de la source vieille des Eaux-Bonnes, et depuis lors dans beaucoup d'autres sources minérales, des matières organiques cristalloïdes et d'autres colloïdes. »

---

(1) *Analyse de la source vieille des Eaux-Bonnes*, dans *Journal des Eaux-Bonnes*.

BOTANIQUE. — *Sur l'origine commune des tissus dans la feuille et dans la tige des Phanérogames* ([1]). Note de M. LÉON FLOT, présentée par M. Gaston Bonnier.

« L'origine des tissus, dans le point végétatif de la tige feuillée des Phanérogames, a été l'objet de nombreux travaux dont les conclusions sont souvent contradictoires.

» Dans les Traités classiques de Botanique les plus récents, tantôt la feuille et le bourgeon sont regardés comme tirant leur origine de l'écorce de la tige, tantôt comme pouvant prendre naissance aux dépens de tous les tissus caulinaires; pour d'autres auteurs, la question n'est pas considérée comme résolue. Enfin, dans un Mémoire récent, M. Baranetzky ([2]) pense que la disposition des assises initiales n'a pas nécessairement d'effet sur la nature ou la différenciation ultérieure des tissus; de sorte que, si l'on admettait cette manière de voir, toute recherche sur l'origine première des tissus deviendrait sans objet.

» En présence de ces opinions diverses, il paraît nécessaire de rechercher l'origine première des tissus de la feuille, du bourgeon axillaire et de la tige, ainsi que des rapports qui peuvent s'établir entre ces tissus.

» Afin d'éviter tout ce qui est de nature à fausser la rigueur des conclusions, je me suis adressé d'abord à des plantes à feuilles opposées ou distiques, car dans ces plantes on peut obtenir des coupes longitudinales à la fois axiales et passant par le plan médian de la feuille ou du bourgeon. De telles coupes ont l'avantage de montrer la disposition des tissus en profondeur et d'indiquer, mieux peut-être que des coupes transversales, les rapports entre les tissus des divers membres. De plus, les plantes dont je parlerai dans cette Note ont toutes une moelle proprement dite.

» 1° *Origine des feuilles.* — Examinons d'abord le point végétatif d'une plante à feuilles opposées, entières, sans stipules (*fig.* 1). Le sommet exact de l'axe est en S. On y voit un groupe de cellules initiales *i.ep*, *i.ec*, *i.mv*, *i.m*. A droite de la figure, est

---

([1]) Ce Travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

([2]) J. BARANETZKY, *Recherches sur les faisceaux bicollatéraux* (*Annales des Sciences naturelles, Botanique*, 8e série, t. XII, p. 327; 1900).

une saillie qui représente la section d'une des deux premières feuilles Nous voyons les deux assises externes, épiderme et écorce, suivre sans modifications le pourtour de cette feuille, par le simple effet de cloisonnements toujours normaux à la surface. A l'intérieur de ce repli, formé par l'épiderme et l'écorce, s'organise un méristème vasculaire dont l'origine première se trouve dans les cellules *i.mv*. A la base et en dedans de ce méristème vasculaire de la feuille, on peut déjà reconnaître un tissu *m* dont l'origine se rattache aux cellules *i.m*, et qui se confond avec la moelle centrale.

Fig. 1.

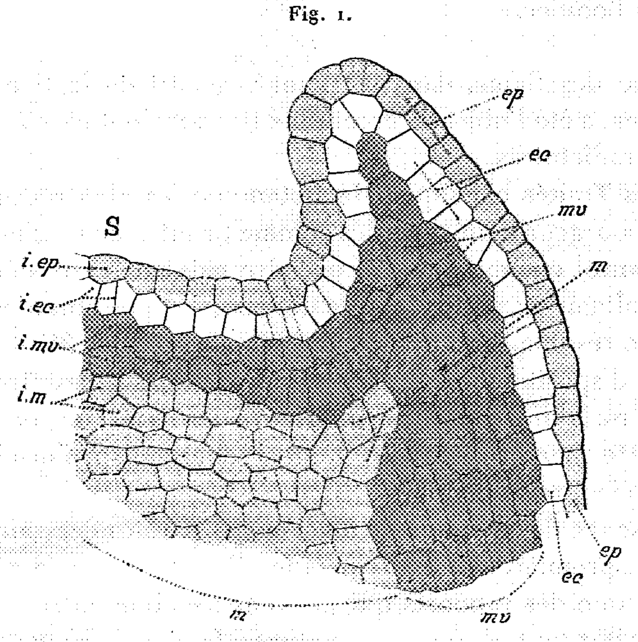


Fig. 1. — Sommet de la tige S, avec l'ébauche d'une jeune feuille : *i.ep*, *i.ec*, *i.mv*, *i.m*, assises initiales de l'épiderme, de l'écorce, du méristème vasculaire et de la moelle; *ep*, épiderme; *ec*, écorce; *mv*, méristème vasculaire; *m*, moelle (*Cornus sanguinea*).

» Dans ce cas, où le bourgeon axillaire n'est pas développé, les tissus de la tige, épiderme, écorce, méristème vasculaire et moelle, nous apparaissent comme dépendant des tissus de la base des feuilles.

» *Origine des bourgeons.* — La *fig.* 2 représente un état plus avancé. Les quatre assises initiales supérieures *i.ep*, *i.ec*, *im.v*, *i.m* se continuent sans cloisonnement tangentiel jusqu'en *bn*. Ici apparaît un cloisonnement longitudinal très actif qui intéresse toutes les assises jusqu'à la moelle. C'est le bourgeon axillaire normal, dont toutes les régions correspondent encore, assise par assise, avec celles du point végétatif. L'épiderme et l'écorce du bourgeon sont donc la continuation directe de l'épiderme et de l'écorce du point végétatif; le méristème vasculaire du bourgeon naît dans l'assise qui donne le méristème vasculaire primordial et sa moelle est en contact avec la moelle centrale. La différenciation primaire des tissus s'opère donc dans le bourgeon comme dans la feuille dont il dépend, et l'ensemble formé par la feuille, son

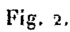


Fig. 2.

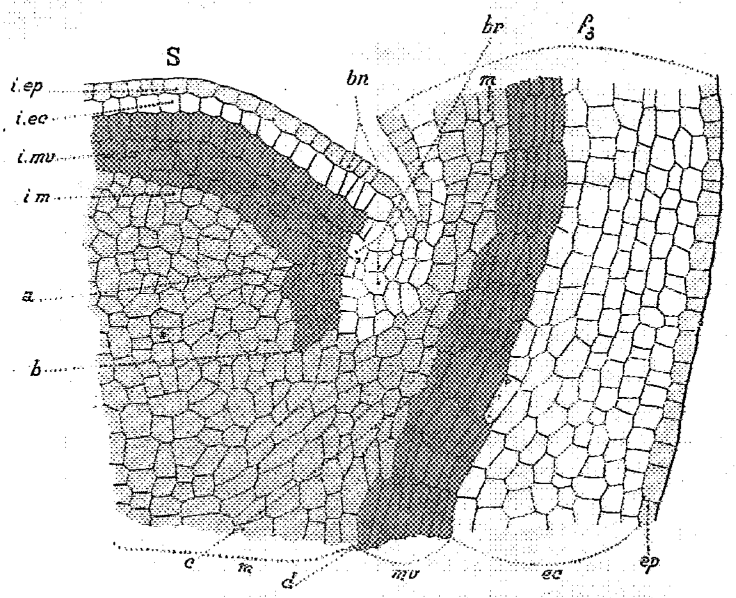


Fig. 2. — Sommet de la tige et jeune feuille, avec ébauche d'un bourgeon axillaire : *bn*, ébauche d'un bourgeon axillaire; f_3, base d'une feuille déjà assez développée; *ab*, *cd*, régions où le méristème vasculaire du segment foliaire est en contact avec la moelle centrale; *br*, cellules non différenciées; les autres lettres comme à la *fig.* 1 (*Syringa vulgaris*).

Fig. 3.

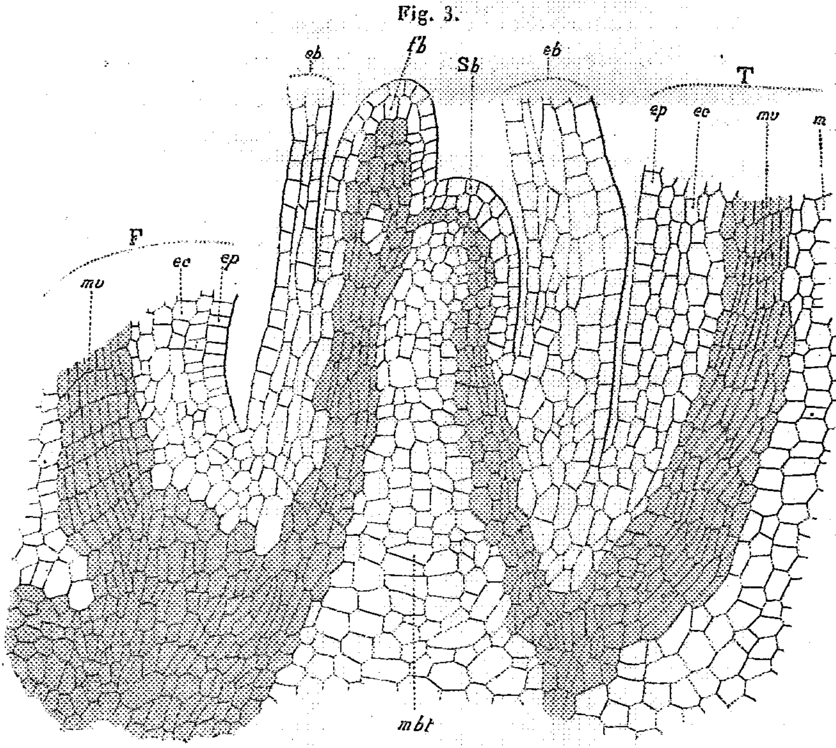


Fig. 3. — Section passant par la tige T, le bourgeon S*b*, et la feuille F : *fb*, une feuille du bourgeon; *mbt*, région par où la moelle du bourgeon communique avec la moelle centrale de la tige; les autres lettres comme à la *fig.* 1 (*Ampelopsis hederacea*).

bourgeon axillaire et tous les tissus qui en dépendent jusqu'à l'axe de la tige compose ce que j'appellerai un *segment foliaire*.

» Entre le bourgeon axillaire *bn* et la feuille f_3 se trouve une région *br*, laissée en blanc sur la *fig.* 2 et formée par un reste des assises initiales. C'est là que se développent, s'il y a lieu, d'autres productions axillaires, notamment des bourgeons de remplacement.

» La *fig.* 3, représentant la coupe axiale d'un bourgeon axillaire à un état beaucoup plus avancé, montre le raccordement entre les différents tissus, et en particulier la continuité entre la moelle du bourgeon et celle de la tige.

» *Valeur morphologique de la tige.* — A droite de la *fig.* 2 est une feuille dont la différenciation est assez avancée, f_3. Examinons la base du bourgeon *bn* et celle de cette feuille f_3. On voit que le méristème vasculaire qui dépend de celui du bourgeon ou de celui de la feuille est appliqué par sa face interne contre le méristème médullaire, de sorte que le méristème vasculaire total de la tige n'est en définitive constitué que par la juxtaposition des méristèmes vasculaires des segments foliaires, chaque segment comprenant une feuille et un bourgeon. Ces considérations s'appliquent également au tissu médullaire.

» En résumé, la continuité de chaque tissu, entre la feuille et la tige, d'une part, entre le bourgeon, la feuille et la tige, d'autre part, doit être étendue au méristème vasculaire et même à la moelle.

» On pourrait dire que le sommet de la tige, au-dessus de la première ébauche externe des feuilles, est constitué uniquement par la juxtaposition de segments [1] qui, chacun, renferment en puissance une feuille et son bourgeon axillaire.

» J'arrive ainsi, par une autre voie, aux conclusions que M. Gaston Bonnier [2] a tirées du développement ultérieur des tissus et de l'Anatomie comparée. »

---

(1) H. Douliot avait déjà exprimé, sur ce point, une manière de voir analogue, mais peut-être avec une précision trop rigoureuse [*Recherches sur la croissance terminale de la tige des Phanérogames* (*Annales des Sciences naturelles*, 7e série, t. XI, p. 283)].

(2) Gaston Bonnier, *Sur l'ordre de formation des éléments dans les tissus vasculaires de la feuille et de la tige* (*Comptes rendus*, 31 décembre 1900).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Présence de l'alcool méthylique dans les jus fermentés de divers fruits.* Note de M. **Jules Wolff**, présentée par M. Henri Moissan.

« M. Maquenne a rencontré l'alcool méthylique dans quelques plantes vertes. M Trillat ([1]) l'a signalé dans certaines eaux-de-vie de marc. L'opinion qui a prévalu jusqu'ici c'est que l'alcool méthylique préexiste à la fermentation; cela est vrai dans certains cas, mais nos expériences ont prouvé qu'il prend surtout naissance pendant la fermentation d'un grand nombre de fruits ([2]).

» Notre examen a porté sur les fruits suivants: cassis, prunes, mirabelles, cerises, pommes, raisins blanc et noir. L'examen du jus de cassis avant la fermentation nous a permis de conclure à la présence de petites quantités d'alcool méthylique dans le liquide distillé. Après la fermentation, la proportion de cet alcool a augmenté d'une façon considérable.

» Quant aux autres fruits examinés, nous n'avons pu y découvrir l'alcool méthylique avant la fermentation, tandis qu'après la fermentation nous avons pu nettement le caractériser.

» Voici la liste, par ordre de richesse en alcool méthylique, des divers jus fermentés.

» 100 volumes d'alcool à 90° contiennent en volume :

Alcool de cassis		Au delà de	2
» prunes		Environ	1
» quetsch		—	1
» mirabelles		—	1
» cerises		0,5 à	1
» pommes		0,2 à 0,3	
Raisin blanc et noir.	Alcool provenant du jus fermenté sans la rafle	Faibles traces à 0,03	
	Alcool provenant du jus fermenté avec la rafle	0,15 à 0,4	
	Marcs	0,15 à 0,6	
Alcool provenant de la fermentation de sucre blanc cristallisé sous l'action du ferment du vin		0	

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 438 à 440; 1899.

([2]) Il résulte de nos essais que l'alcool méthylique se trouve en majeure partie à l'état libre.

» En examinant les résultats de nos analyses, nous constatons que la proportion d'alcool méthylique ne varie pas beaucoup dans les alcools de prunes, de mirabelles, de cerises, de pommes, tandis qu'elle est très variable dans le jus fermenté du raisin. En effet, lorsque la fermentation a lieu en présence de la rafle, la proportion d'alcool méthylique augmente sensiblement. Ainsi, les eaux-de-vie de bonne qualité (cognacs, armagnacs), n'accusent que des traces d'alcool méthylique parce que le moût a fermenté sans la rafle. Dès lors, on s'explique pourquoi dans les eaux-de-vie de marc la proportion d'alcool méthylique est beaucoup plus considérable. D'ailleurs, d'une façon générale, on rencontre beaucoup plus d'impuretés dans les marcs que dans les cognacs (1). MM. Bourquelot et Maxime Cornu (2) ayant constaté la présence d'oxydases dans divers organes de la vigne, nous nous réservons d'étudier l'action de ces oxydases au point de vue de la formation de l'alcool méthylique.

» De nombreuses analyses d'eaux-de-vie (kirsch, quetsch, mirabelle) de provenance authentique ont confirmé les résultats obtenus plus haut.

» Les rhums, les eaux-de-vie de grains (whisky) et les alcools d'industrie de toute nature, ne contiennent pas d'alcool méthylique. Les alcools aromatisés du commerce n'en renferment pas. Toutefois certaines eaux-de-vie de fantaisie et surtout les marcs de fantaisie, qui souvent sont fabriqués avec différentes sortes de fruits, contiennent fréquemment de l'alcool méthylique.

» Toutes nos recherches ont été faites à l'aide de la méthode de M. Trillat perfectionnée par nous (3). Nous avons d'ailleurs contrôlé un certain nombre de nos résultats, en soumettant l'eau-de-vie à examiner à des distillations fractionnées répétées. Nous avons pu obtenir ainsi de l'alcool renfermant jusqu'à 5 pour 100 d'alcool méthylique. Dans ces conditions, il est aisé de constater la présence d'alcool méthylique et de déterminer sa proportion. Il suffit de prendre la densité des iodures correspondants. De plus, nous avons obtenu par la méthode de M. Bardy (4) des teintures qui ne peuvent laisser aucun doute sur la présence de l'alcool méthylique. Nos résultats se trouvent donc pleinement confirmés par des méthodes différentes. »

---

(1) Ed. Mohler, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIII, mai 1891.

(2) *Annales de Chimie analytique*, t. IV, n° 6, p. 183; 1899.

(3) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6e série, t. X, p. 342 et 343; 1899.

(4) Dans cette méthode, on transforme les alcools en iodures. On fait agir ceux-ci sur l'aniline. Le mélange de diéthylaniline et de diméthylaniline qui se forme est soumis à l'oxydation. Le produit de l'oxydation est du violet de méthyle si l'alcool traité renferme de l'alcool méthylique. C'est avec la matière colorante obtenue ainsi que l'on fait des teintures dont l'intensité varie suivant la proportion d'alcool méthylique.

M. A. **Baudoüin** adresse des Recherches sur la nature de l'électricité.

M. **Balland** adresse une Note relative aux conserves de bœuf.

M. J. **Berlstein** adresse une Note sur le *télidéion* (instrument pour voir de loin).

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 décembre 1900.

Les ondes hertziennes, par Auguste Righi; *Rapport présenté au Congrès international de Physique réuni à Paris en* 1900, *sous les auspices de la Société française de Physique*. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 fasc. in-8°.

Quelques notes sur le pétrole dans le département d'Oran : Résumé du Rapport de la mission Henry Neuburger. (Annexe du *Bulletin de la Réunion d'Études Algériennes*.) Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Envoi de M. H. Neuburger.)

Association française pour l'Avancement des Sciences. Compte rendu de la vingt-huitième session, Boulogne-sur-Mer, 1899; deuxième partie, *Notes et Mémoires. Compte rendu de la vingt-neuvième session; Conférences de Paris;* première partie, *Documents officiels, Procès-verbaux*. Paris, Masson et Cie, 1900; 2 vol. in-8°.

Association française pour l'Avancement des Sciences. Congrès de Paris, août 1900 : *L'Enseignement supérieur à Paris*. Paris, 1900; 1 vol. in-8°.

A propos de Ballons, par Ch. Sébillot. (Article du journal *Limoges illustré*, 3e année, n° 3, p. 10.)

La Télégraphie et le Téléphone dans l'État indépendant du Congo, par A. Mahieu. Bruxelles, impr. veuve Monnom, 1900; 1 fasc. in-8°.

Encore les régions exotiques : Réplique aux attaques de M. Émile Haug, par H. Schardt. Lausanne, impr. Corbaz et Cie, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz; neue Folge, X. Lieferung.

Monographie des Fläscherberges, von TH. LORENZ. Bern, 1900; 1 fasc. in-4°.

Carte géologique de la Suisse, n° 2. *Notice explicative de la feuille XI* (2e édit.), par E. RENEVIER et H. SCHARDT. Bern, 1900; 1 fasc. in-12.

Proceedings and Transactions of the Royal Society of Canada; IId series, vol. V. *Meeting of may* 1899. Toronto, 1899; 1 vol. in-8°.

Annales du Musée du Congo. Botanique; série I, tome I, fasc. 6; série II, tome I, fasc. 2 (2e partie). Bruxelles, 1900; 2 fasc. gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 décembre 1900.)

Prix Cuvier (Prix généraux) :

Page 1109, ligne 26, *au lieu de* M. le Dr Joseph, *lisez* M. de Saint-Joseph.

(Séance du 24 décembre 1900.)

Note de M. *René Paillot,* Sur la force électromotrice d'aimantation :

Page 1194, ligne 19, *au lieu de* $0^m,26$, *lisez* $0^{cm},26$.
Même page, ligne 20, *au lieu de* $0^{mq},28$, *lisez* $0^{cmq},28$.
Même page, ligne 22, *au lieu de* $0^m,05$, *lisez* $0^{cm},05$.
Page 1195, ligne 27, *au lieu de* $H = 1085$, *lisez* $H = 10485$.

Note de M. *A. Poincaré,* Variations des cotes barométriques simultanées au cours de la révolution synodique :

Page 1264, ligne 4, deuxième tête de colonne, *au lieu de* Heure, *lisez* Nombre d'heures.

FIN DU TOME CENT TRENTE ET UNIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1900.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXXI.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
28929 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.